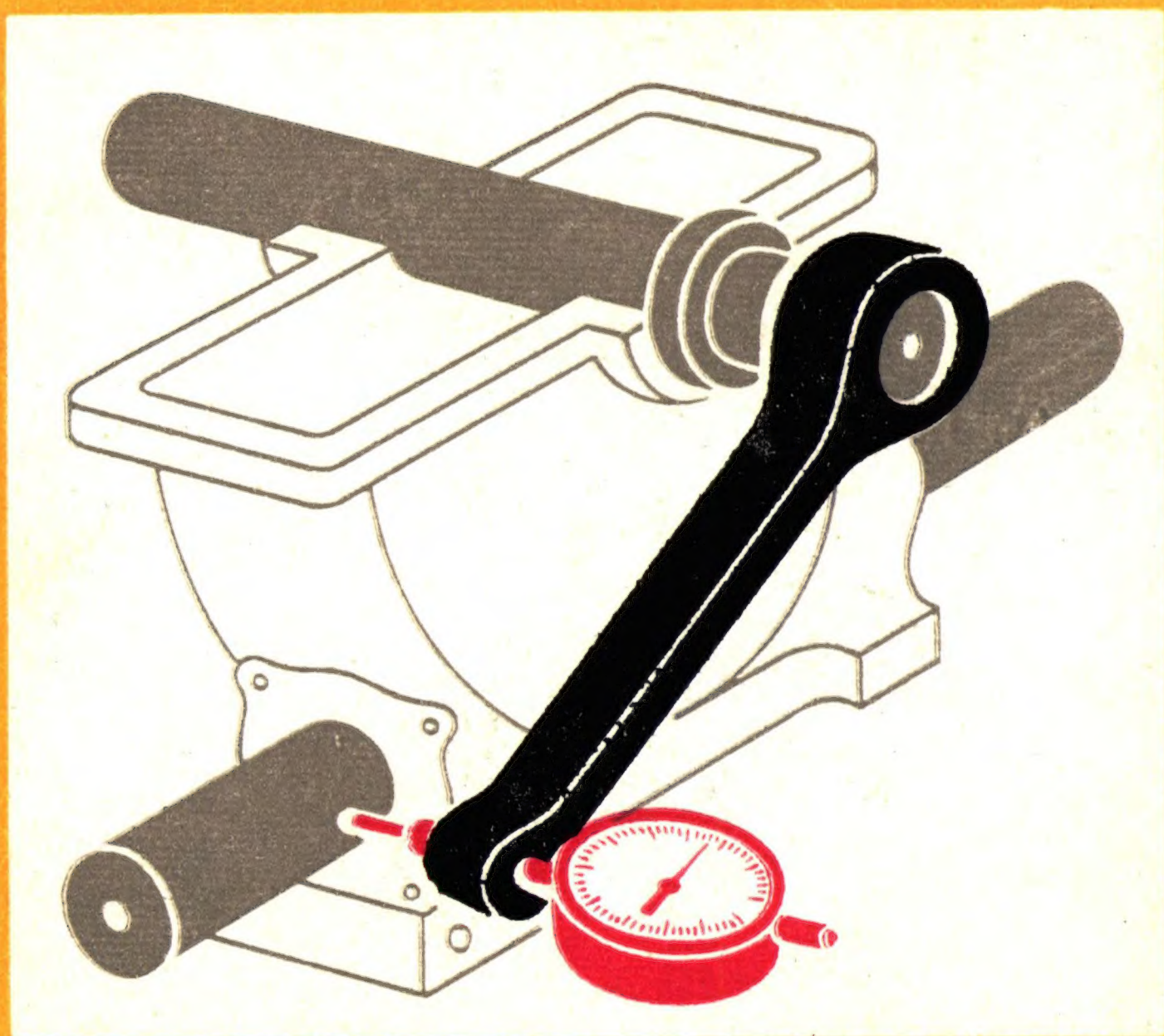


Б. С. Покровский

Механосборочные работы и их контроль



Б. С. Покровский

Механосборочные работы и их контроль

Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебного пособия
для профессионально-
технических училищ



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1989

ББК 34.68
П48
УДК 621.757

Рецензенты: канд. пед. наук В. А. Скакун, инж. С. В. Меркулов

Покровский Б. С.

П48 **Механосборочные работы и их контроль: Учеб. пособие
для ПТУ. — М.: Высш. шк., 1989. — 271 с.: ил.
ISBN 5-06-000325-6**

Рассмотрены конструкции и технологические процессы сборки типовых узлов и механизмов, методы и технические средства механизации сборочных процессов, основные направления в автоматизации процессов сборки. Включены материалы по использованию роботов и вычислительной техники в сборочном производстве. Освещены вопросы организации сборочного производства, а также технического контроля, пути и средства механизации и автоматизации контрольных операций.

Учебное пособие может быть использовано при профессиональном обучении рабочих на производстве.

П 2704090000(4307000000)—248 82—89
052(01)—89

**ББК 34.68
6П5.4**

ISBN 5-06-000325-6

© Издательство «Высшая школа», 1989

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечена программа ускорения социально-экономического преобразования страны, перестройки всех сфер жизни и деятельности советского общества на основе научно-технического прогресса, предусматривающего создание и внедрение самой передовой техники и прогрессивной технологии, дающих наибольший экономический эффект. Выполнение этой программы является главным направлением экономической стратегии КПСС.

В эпоху научно-технической революции технический прогресс прежде всего связан с машиностроением, которому в перестройке промышленного производства отведена главенствующая роль. Основная задача машиностроения — обеспечить все отрасли народного хозяйства высокоэффективными машинами и оборудованием. В целях решения этой задачи намечено в 3...4 раза сократить сроки разработки и освоения новой техники, которая по производительности и надежности в 1,2...2 раза должна превосходить аналогичную, выпускаемую ранее.

Современное производство предъявляет все более жесткие требования не только к машинам и технологиям, но и к людям, создающим и использующим их. В условиях ускоренного научно-технического прогресса формируется работник нового типа — с широким профессиональным кругозором и мастерством, с глубоким знанием политехнических основ современного производства, способный быстро осваивать новейшие технику и технологию.

Сборка машин практически является заключительным этапом процесса создания готовой машины или механизма. В общем объеме времени на изготовление оборудования сборка занимает около 35 %, а стоимость сборочных работ достигает 50 %; от качества сборки в значительной степени зависит качество готовой продукции.

Все вышеизложенное обуславливает повышенные требования к профессиональной подготовке слесарей механосборочных работ. Они должны знать не только то оборудование, которое собирают, но и наиболее часто используемые в промышленном оборудовании типовые узлы и механизмы; владеть основными приемами слесарной обработки; правильно определять последовательность выполнения сборочных операций; знать и уметь

использовать в работе современные сборочные оборудование, инструменты, приспособления и подбирать их в зависимости от вида выполняемых сборочных операций; уметь проверять качество комплектующих деталей, поступающих на сборку, и оценивать качество выполненных сборочных работ.

Для обеспечения этих требований учащимся необходимо овладеть современными методами выполнения сборочных работ, изучить техническое оснащение сборочного производства. Цель настоящего учебного пособия — помочь учащимся получить необходимые для этого теоретические знания, профессиональные умения и навыки.

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ. ТАКЕЛАЖНАЯ ОСНАСТКА

Назначение грузоподъемных устройств. Механизация подъемных операций не только облегчает труд рабочих, но и делает его производительней. Детали и сборочные единицы массой более 18 кг при сборке следует, как правило, перемещать и устанавливать с помощью подъемно-транспортных средств. Сборочные цеха должны оснащаться современным подъемно-транспортным оборудованием с целью уменьшения ручных и трудоемких сборочных работ.

Подъем, опускание и перемещение грузов при разметке и сборке крупногабаритных деталей с применением подъемно-транспортного оборудования называют **такелажными работами**. Для их выполнения в сборочных цехах используют различное оборудование — мостовые краны, кран-балки, тельферы, поворотные краны, тали, лебедки, домкраты и др.

Такелажная оснастка. Канаты находят наиболее широкое применение в качестве тяговых органов в грузоподъемных устройствах. Чаще, чем другими, пользуются стальными канатами. Пеньковые, хлопчатобумажные и изготовленные из искусственного волокна канаты применяют только для обвязывания груза и крепления его к крюку грузоподъемного устройства.

Стальные канаты, работающие бесшумно и позволяющие поднимать грузы с большой скоростью, изготавливают из высокоуглеродистой, обладающей высокой прочностью стальной проволоки $\varnothing 0,2...3$ мм. В грузоподъемных устройствах применяют канаты двойной свивки. Проволоки 1 свивают в пряди 2, а последние навивают на стальной сердечник (рис. 1).

При односторонней свивке проволоки в пряди каната раскручиваются под нагрузкой, вследствие чего требуется подвешивать груз не менее чем на двух ветвях каната. Это приводит к необходимости изготавливать из канатов стропы, скрепляя свободные концы каната 1 с помощью коуша 2 заплеткой (рис. 2, а) или винтовым зажимом 3 (рис. 2, б).

Грузоподъемность каната в соответствии с нормами Госгортехнадзора выбирают, исходя из максимального рабочего усилия в ветвях каната и его запаса прочности, по специальной, приводимой в справочниках таблице.

Чтобы обеспечить долговечность выбранного каната в соответствии с требованиями Госгортехнадзора, определяют минимально допустимый диаметр блока, ограничивающий напряжение изгиба каната, из условия $D_b \geq K_d d_k$, где K_d — коэффициент запаса прочности, который выбирают в зависимости от типа грузоподъемного устройства и режима его работы; d_k — диаметр каната. При использовании каната в грузоподъемных

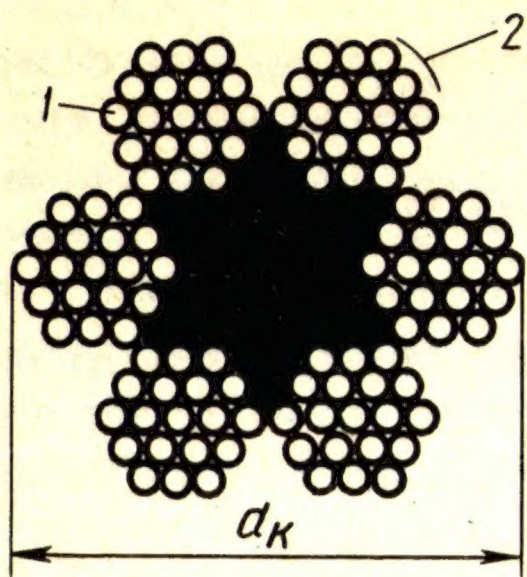


Рис. 1. Сечение стального проволочного каната:

1 — проволока, 2 — прядь; d_k — диаметр каната

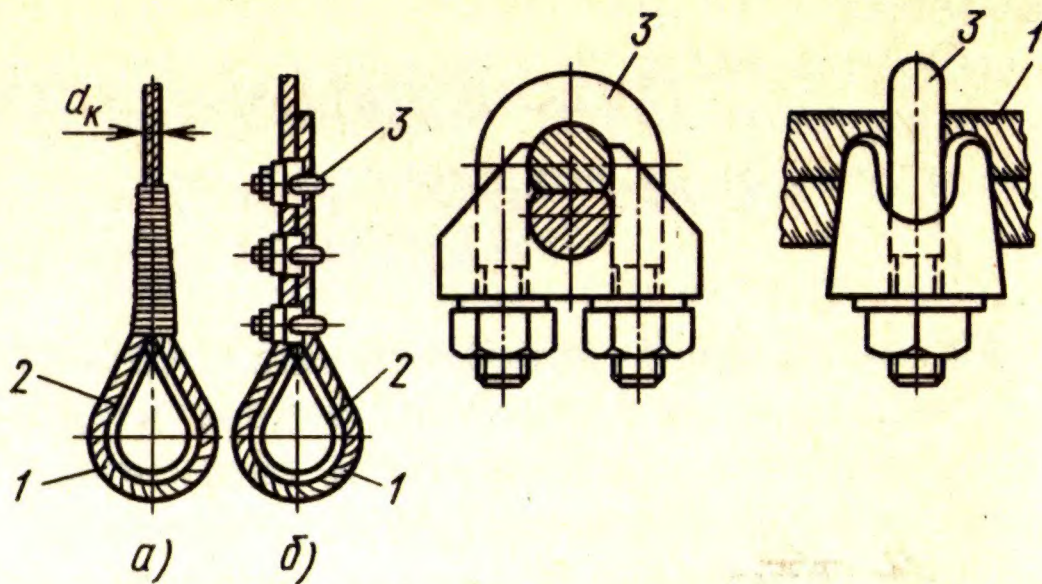


Рис. 2. Канатные стропы с концами, скрепленными заплеткой (а) и винтовыми зажимами (б):

1 — канат, 2 — коуш, 3 — винтовой зажим

устройствах с ручным приводом $K_d = 4,5$, с машинным — $5...6$. Для канатов, применяющихся в полиспадах, и чалочных $K_d = 6$.

Цепи в грузоподъемных механизмах используют в качестве грузовых и для изготовления стропов. Наиболее широкое применение находят цепи грузовые пластинчатые, соответствующие ГОСТ 191—82 (рис. 3, а), и круглозвенные сварные, соответствующие ГОСТ 7070—75 (рис. 3, б).

В зависимости от грузоподъемности цепи изготавливают различных размеров. Основными параметрами, определяющими грузоподъемность пластинчатой цепи, являются размеры состав-

ляющих ее пластин (длина L и ширина B) и шаг цепи t . Грузоподъемность круглозвенной сварной цепи зависит от ее калибра d , ширины B и шага t .

Грузозахватные устройства обеспечивают соединение перемещаемого груза с тяговыми органами грузоподъемного механизма. К ним относятся крюки, электромагниты, а также специальные приспособления для захватывания штучных грузов (рис. 4).

Конструкция грузозахватного устройства зависит от формы поднимаемого груза. Для подъема листового материала и профильного проката применяют различные стробцины — универсальные (рис. 4, а, б) и специальные (рис. 4, в, г). Подъем крупногабаритных деталей осуществляют с помощью стандартных рым-болтов (рис. 4, д) и гру-

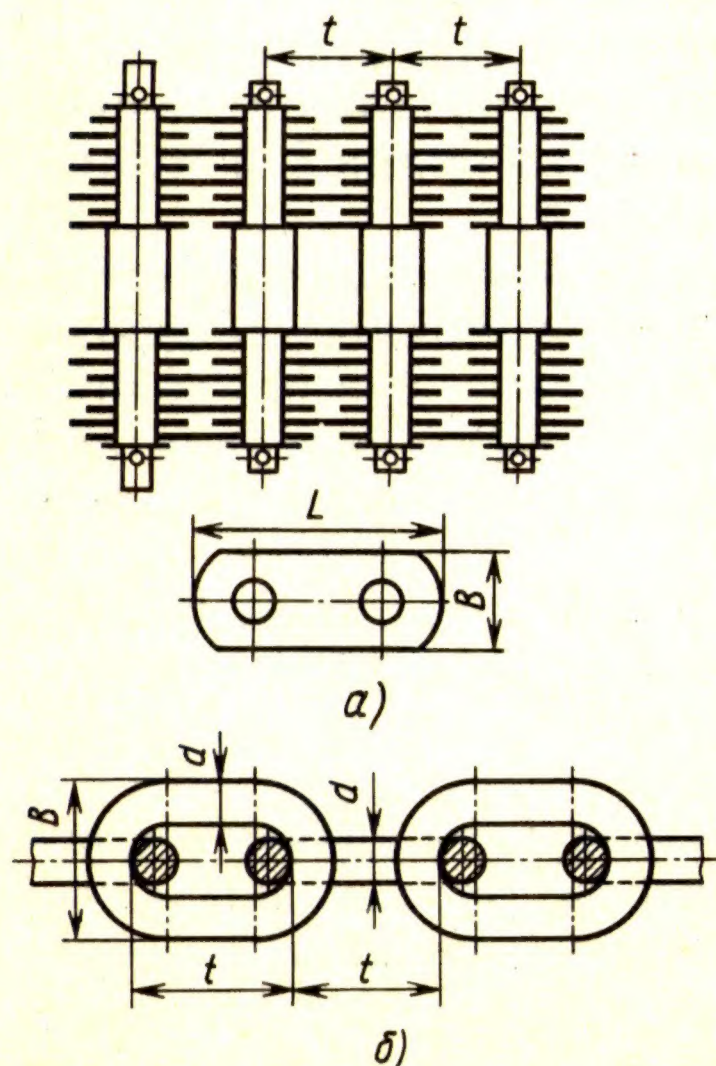


Рис. 3. Грузовые цепи:

а — пластинчатые, б — круглозвенные

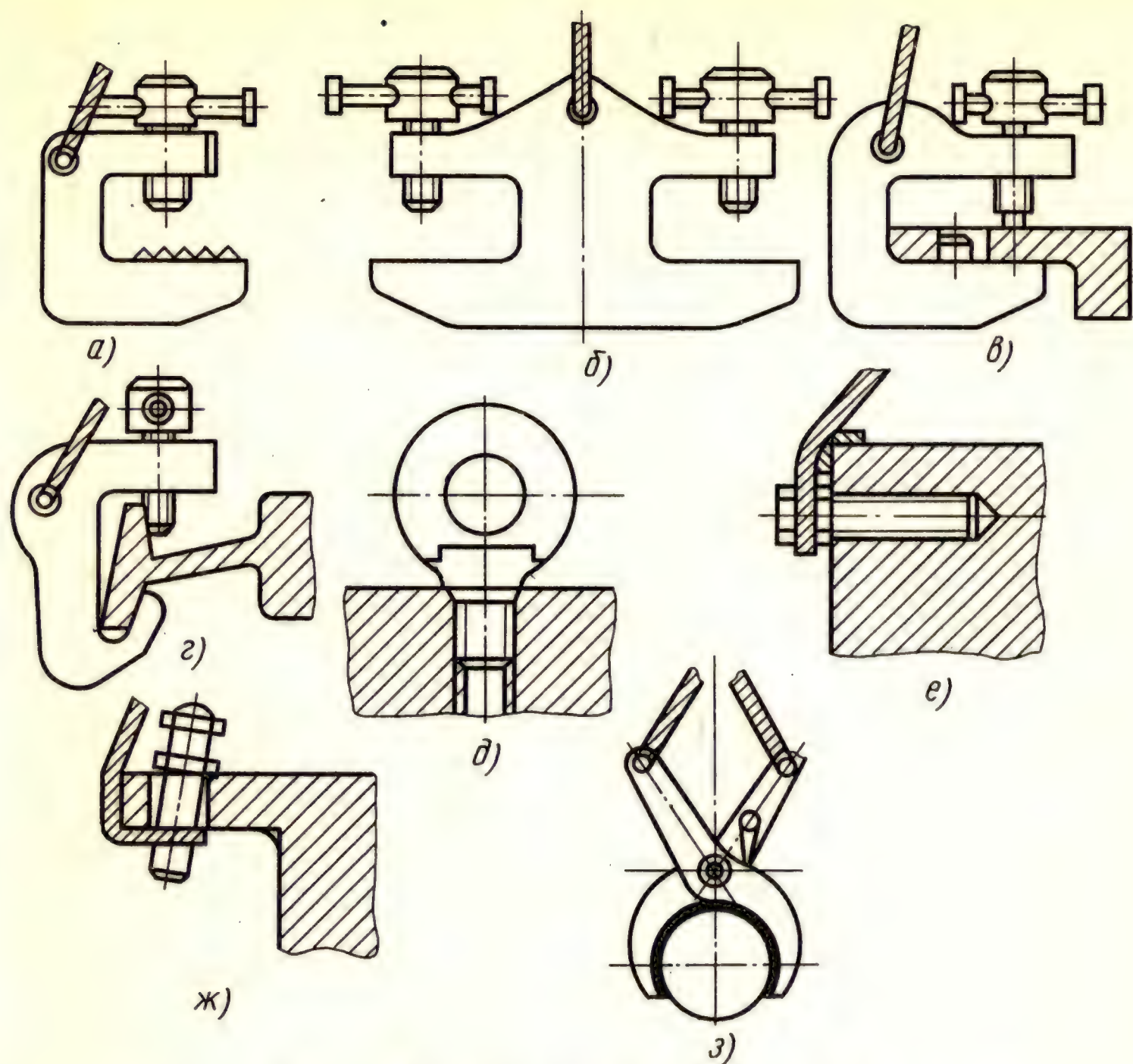


Рис. 4. Захваты для штучных грузов:

а, б — универсальные струбцины, в, г — специальные струбцины, д — рым-болт, е, ж — грузовые штыри, з — клещевой захват для круглых деталей

зовых штырей (рис. 4, е, ж), а деталей цилиндрической формы — с помощью клещевых захватов (рис. 4, з).

Если в качестве грузозахватного устройства используют грузовые крюки, груз на них подвешивают с помощью строп.

Стропы изготовляют из отрезков канатов (рис. 5, а... г) или некалиброванных цепей (рис. 5, д). Стропы из цепей имеют существенные недостатки по сравнению с изготовленными из канатов: они тяжелее, дороже и быстрее изнашиваются. Но все стропы должны отвечать определенным требованиям: они должны легко надеваться на крюк, сниматься с него, и кроме того, без труда освобождаться от груза.

Наиболее широкое распространение для строповки груза находят универсальные стропы типа УСК (см. рис. 5, г). Грузоподъемность строп зависит от длины последних и диаметра каната, используемого для их изготовления. Диаметр каната выбирают в зависимости от массы поднимаемого груза и типа изготавливаемого стропа.

При монтаже технологического оборудования применяют полуавтоматические стропы (рис. 6), которые снабжены спе-

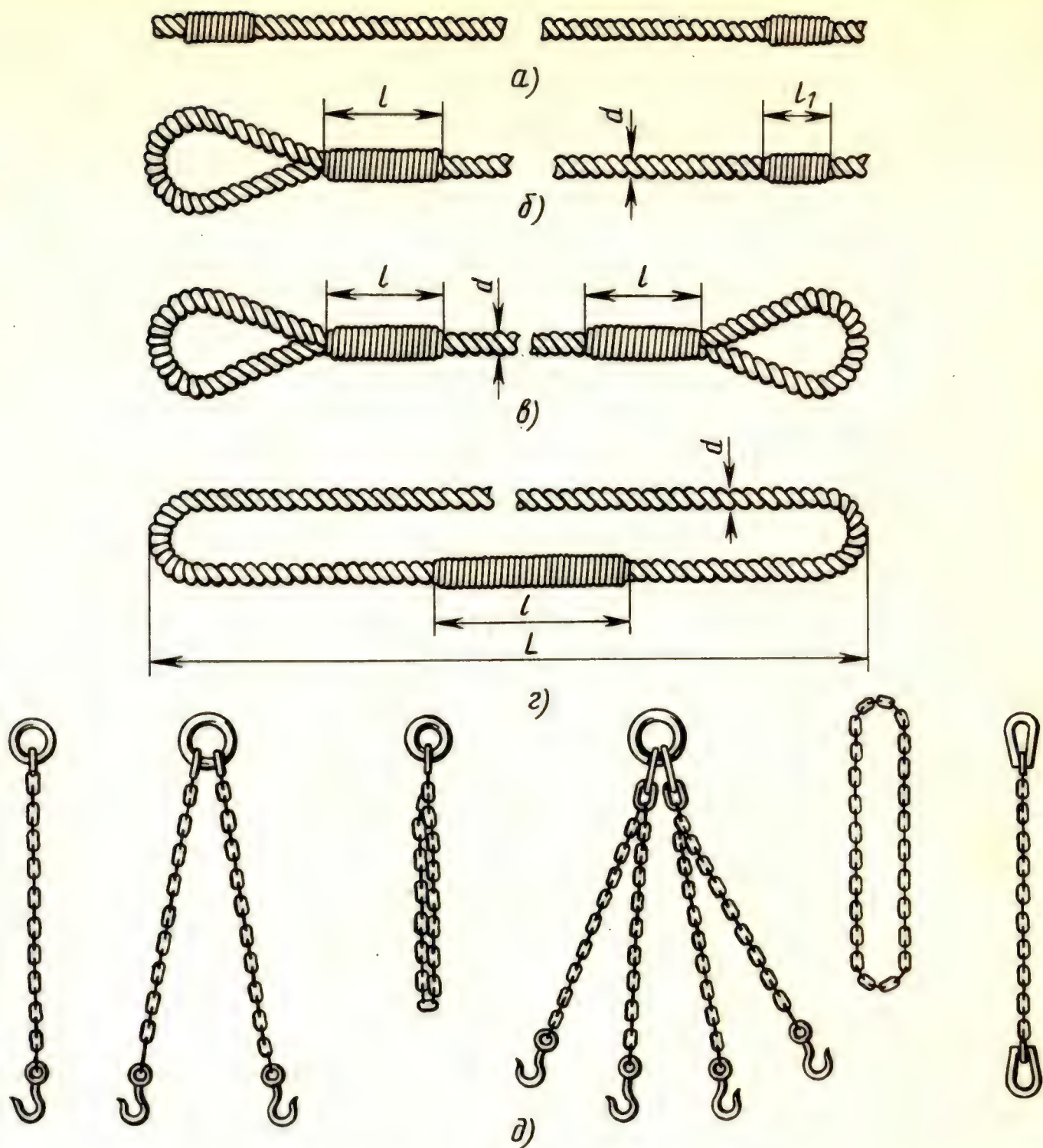


Рис. 5. Стропы:

а — простой, б — с одной петлей, в — с двумя петлями, г — универсальный, д — из цепей

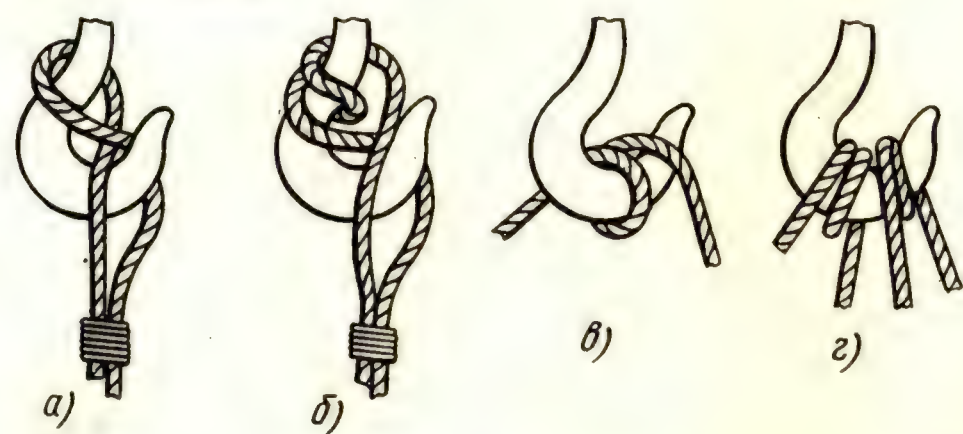
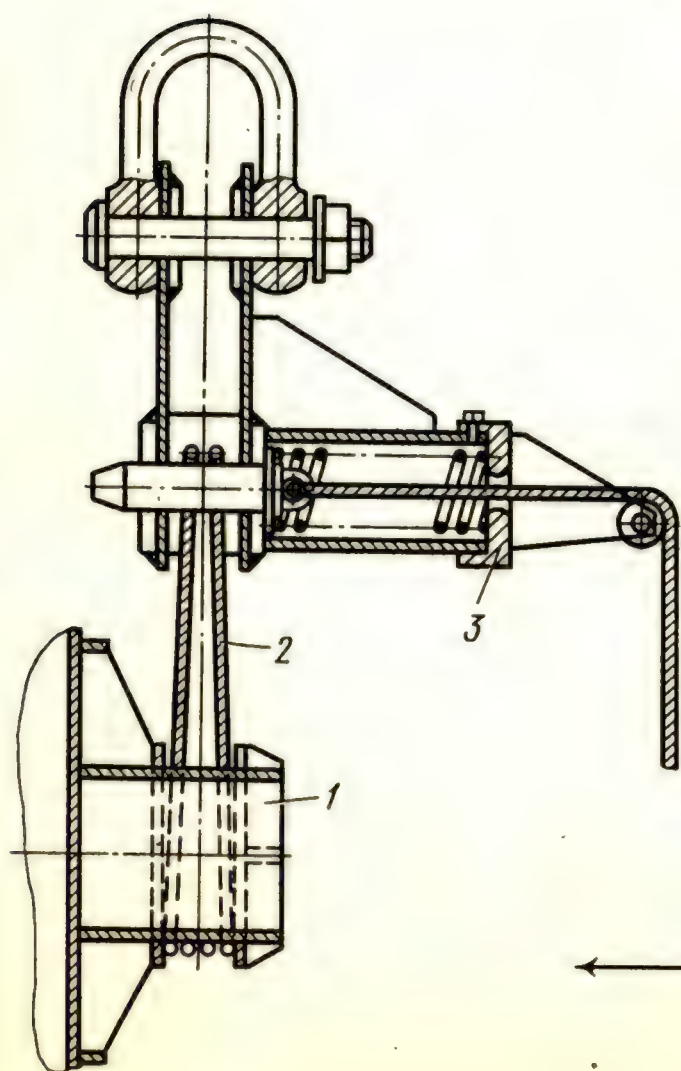


Рис. 7. Способы зачаливания стропов на крюк:

а — простой крюковой узел, б — крюковой узел с нахлесткой, в — подвеска на двух ветвях, г — подвеска на четырех ветвях

Рис. 6. Устройство полуавтоматического стропа:

1 — ложный штуцер, 2 — строп, 3 — замок

циальными замками, обеспечивающими расстроповку груза с рабочего места слесаря механосборочных работ.

При подъеме груза стропы зачаливают на крюк различными способами в зависимости от способа подвешивания груза — на одной, двух или четырех ветвях каната (рис. 7, а...г).

§ 2. ТИПОВЫЕ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

Настенный поворотный кран. Наиболее часто на рабочем месте сборщика применяют краны с переменным вылетом и ручным приводом (рис. 8). Тележка 3 крана передвигается с помощью каната 4, который приводится в движение цепным колесом 2. Груз поднимается лебедкой 1.

Домкраты относятся к группе простейших подъемных механизмов, применяемых для подъема различных грузов на высоту, не превышающую, как правило, 1 м. Применяют их как при сборочных, так и при разметочных работах. В отличие от других грузоподъемных машин домкраты поднимают груз снизу, что создает неустойчивое равновесие, требующее предохранения от опрокидывания.

По принципу действия и конструктивному исполнению домкраты подразделяют на винтовые, реечные и гидравлические.

Винтовые домкраты (рис. 9, а) просты по конструкции и надежны в работе. Домкрат состоит из винта 2 с головкой 4, гайки 3 и корпуса 1. Ниже головки на стержне винта находится рукоятка 5 с трещоткой, которая обеспечивает вращение винта. Грузоподъемность винтовых домкратов составляет 1...20 т.

В реечных домкратах (рис. 9, б) подъем осуществляется с помощью зубчатой рейки, которая перемещается внутри домкрата по направляющим. По конструкции различают рычажно-реечные и реечно-зубчатые домкраты. Грузоподъемность реечных домкратов достигает 15 т.

Реечный домкрат имеет корпус 7 из листовой стали, в котором находится зубчатая рейка 8, заканчивающаяся вверху вращающейся на пальце опорной головкой. При подъеме груза движение

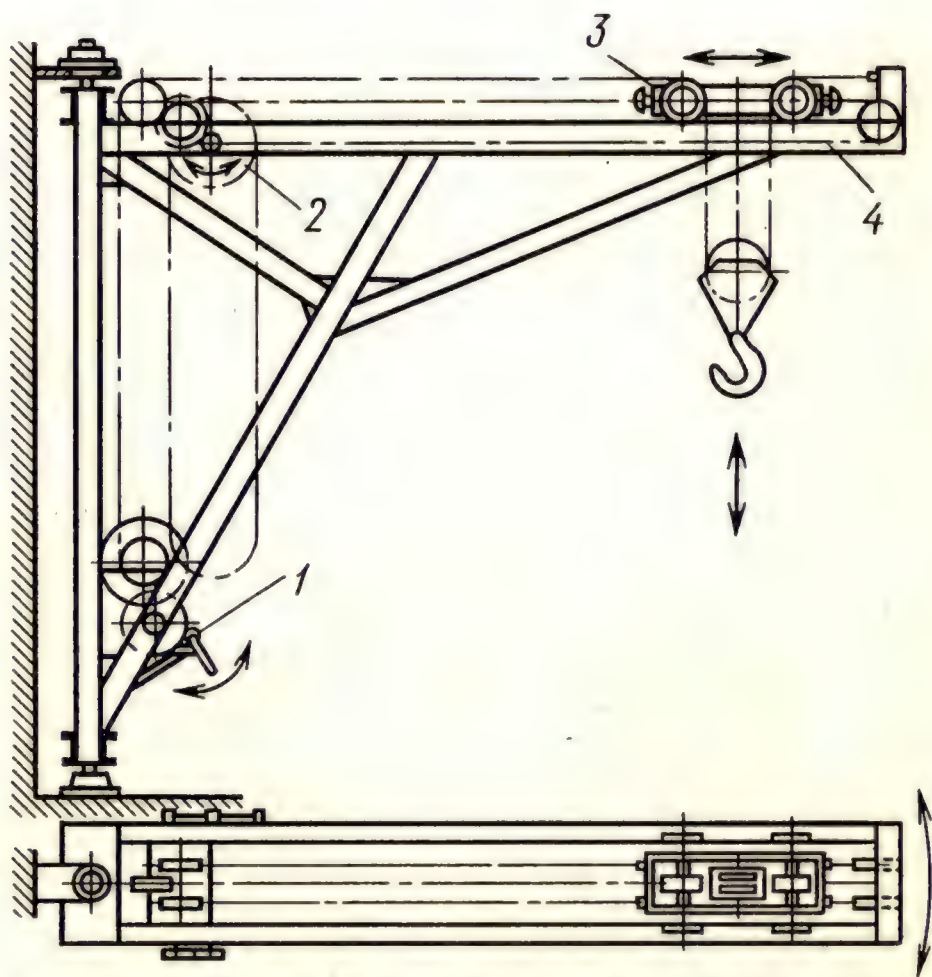


Рис. 8. Консольный настенный поворотный кран с переменным вылетом и ручным приводом:

1 — лебедка, 2 — цепное колесо, 3 — тележка, 4 — канат

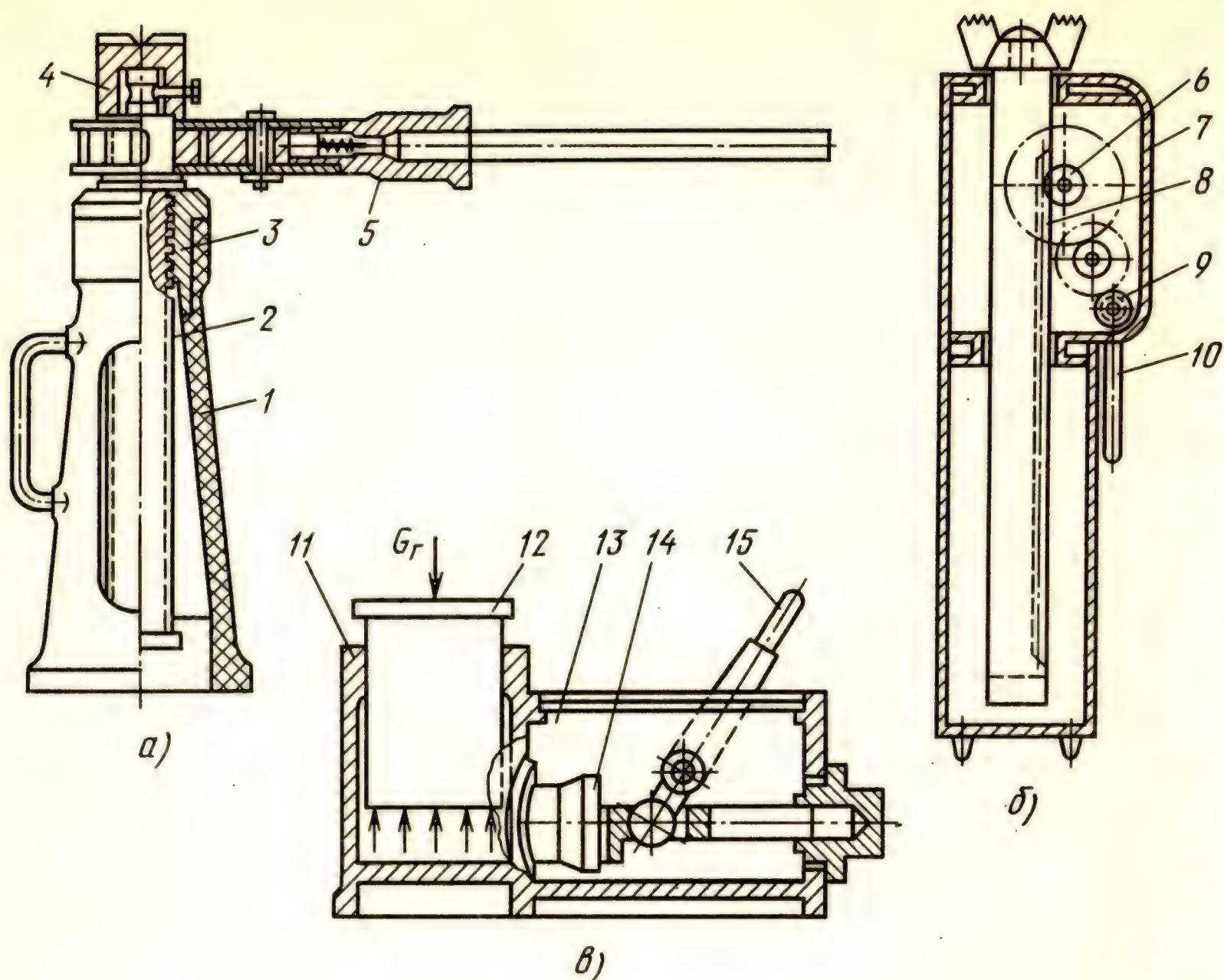


Рис. 9. Домкраты:

а — винтовой, б — реечный, в — гидравлический; 1, 7 — корпуса, 2 — винт, 3 — гайка, 4 — головка винта, 5, 10 — рукоятки, 6 — шестерня, 8 — зубчатая рейка, 9 — зубчатое колесо, 11 — цилиндр, 12 — поршень, 13 — резервуар для гидравлической жидкости, 14 — плунжерный насос, 15 — рычаг

от рукоятки 10 передается через ведущий вал и зубчатое колесо 9 к шестерне 6, которая находится в зацеплении с рейкой 8. Поднятый груз удерживается от самопроизвольного опускания храповым механизмом.

Гидравлические домкраты (рис. 9, в) отличаются большой грузоподъемностью, достигающей 750 т, относительно высоким КПД и плавностью работы.

Поршневой гидравлический домкрат состоит из цилиндра 11, поршня 12 и резервуара 13 для гидравлической жидкости, в который помещен плунжерный насос 14, приводимый в действие рычагом 15. При работе насоса жидкость подается в цилиндр и поднимает поршень с грузом.

Лебедки, применяющиеся для перемещения груза, могут быть с ручным и машинным приводом. Все лебедки снабжаются тормозными устройствами, предупреждающими самопроизвольное опускание груза.

В лебедке с ручным приводом (рис. 10, а) станина 1 скреплена тягами 2. Вращение от рукоятки 5 передается барабану 3 через зубчатую передачу 4. Поднятый груз удерживается храповым механизмом 6.

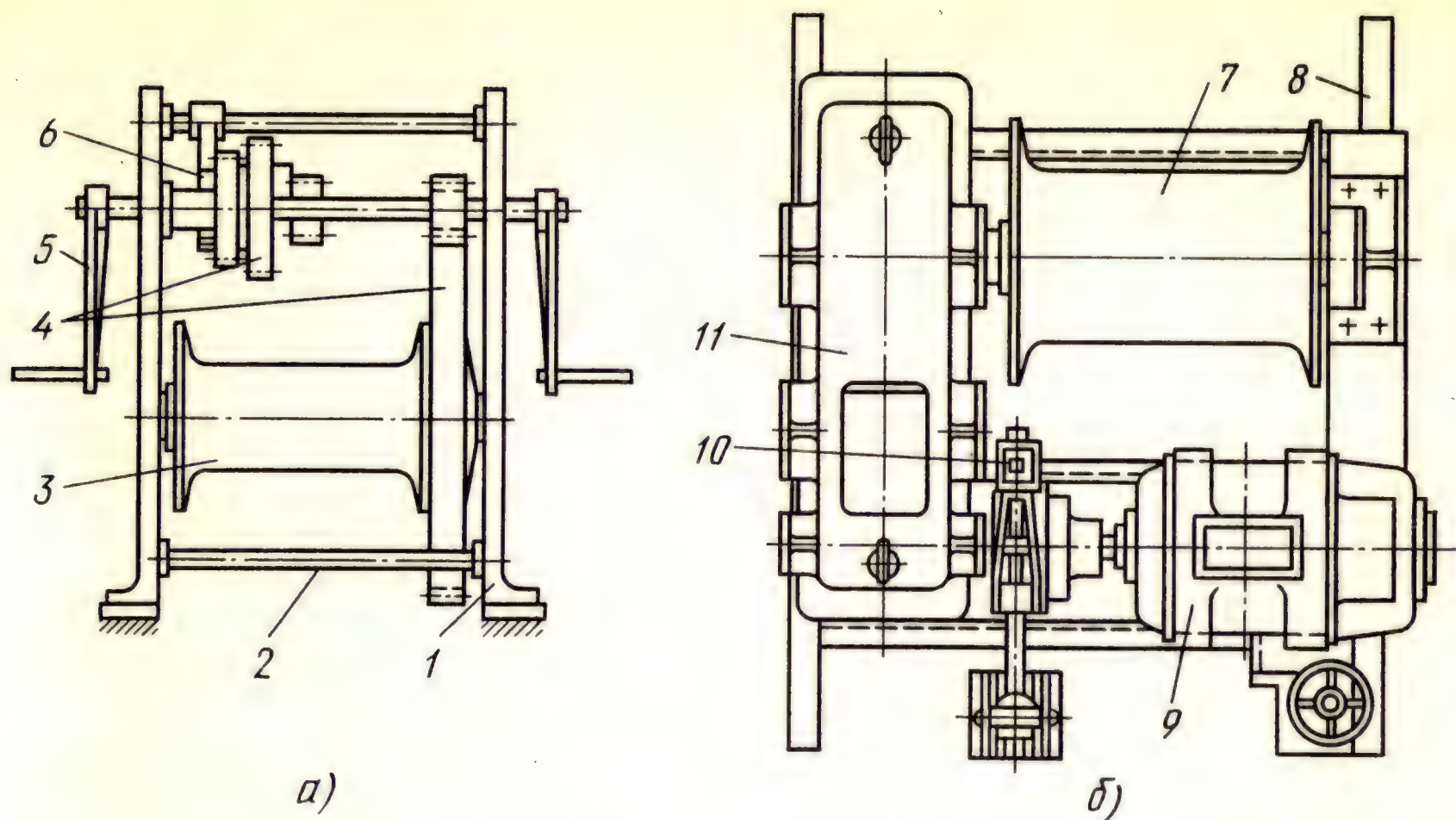


Рис. 10. Лебедки:

а — с ручным приводом, б — с механическим приводом; 1 — станина, 2 — тяга, 3, 7 — барабаны, 4 — зубчатая передача, 5 — рукоятка, 6 — храповой механизм, 8 — рама, 9 — электродвигатель, 10 — тормоз, 11 — редуктор

Лебедки с механическим приводом (рис. 10, б), чаще всего электрическим, широко применяют в механизмах подъема груза. Такая лебедка состоит из барабана 7, редуктора 11, тормоза 10 и электродвигателя 9. Все механизмы крепят на общей раме 8.

Тали и тельферы отличаются компактностью и предназначены для подъема на высоту до 25 м грузов массой от 0,25 до 10 т.

Т а л и (рис. 11, а), выполняющиеся с ручным приводом, могут быть червячными и шестеренчатыми. В качестве тягового органа для них используют пластинчатую цепь 8, а для обеспечения компактности механизма — звездочку 2 с малым числом зубьев. Тали снабжены дисковым или коническим тормозом 1 грузопорного типа, замыкающимся от осевого усилия червяка 7. Вращение червяка и червячного колеса 4 осуществляется приводной цепью 6 через цепное колесо 5. Подвешивают таль на месте работы с помощью крюка 3.

Т е л ь ф е р ы выполняют с электрическим приводом. Тельфер, показанный на рис. 11, б, состоит из грузового канатного барабана 14, редуктора и фланцевого электродвигателя 11. Грузоподъемность тельфера обычно не превышает 5 т. Передвижные тельферы крепятся к механизированной тележке 12 с отдельным приводным двигателем. Тележка может перемещаться вдоль монорельсового пути 13. Управление работой тельфера осуществляется с пульта 9, который подвешивают на гибком кабеле 10 к корпусу.

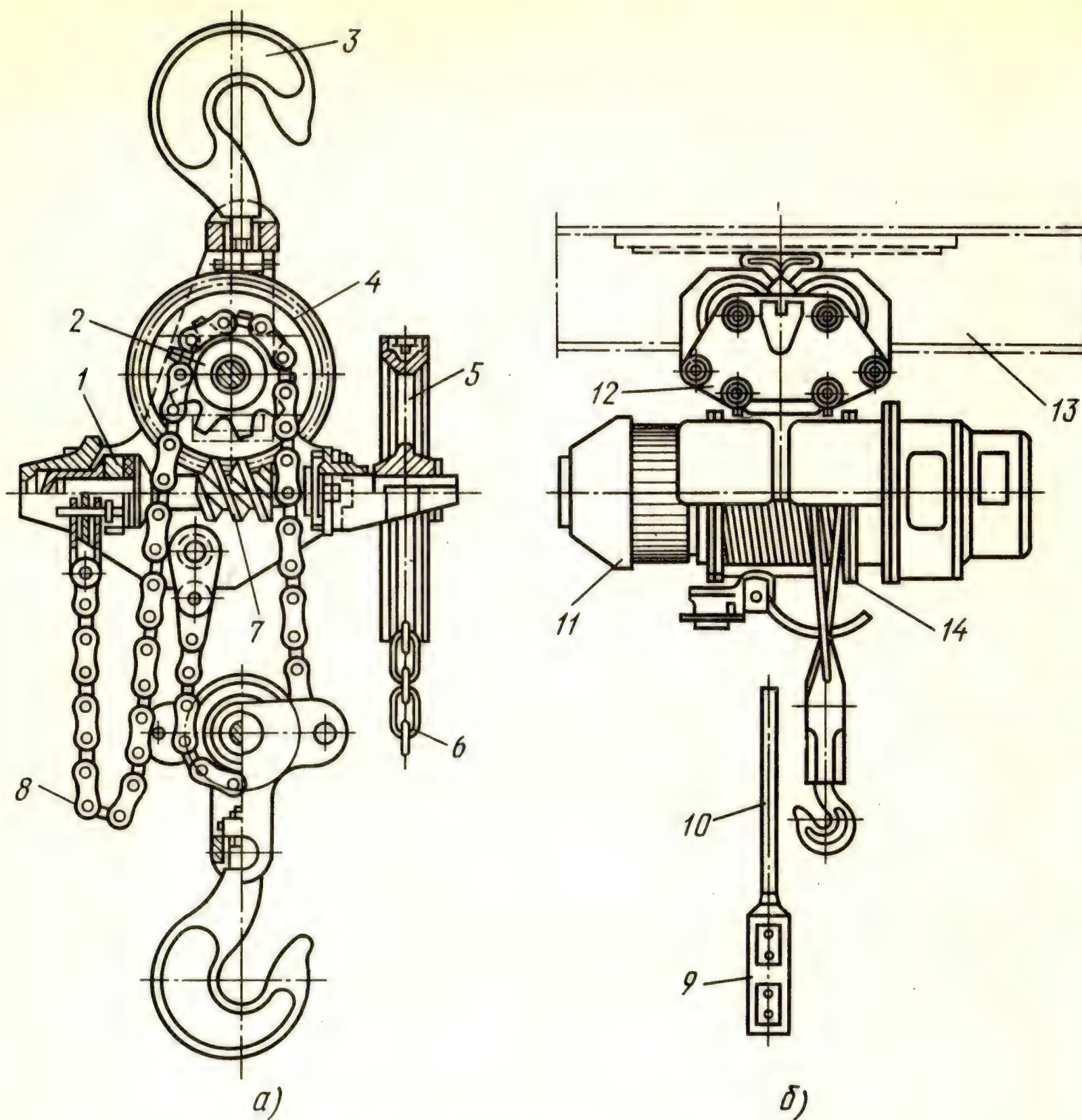


Рис. 11. Таль (а) и тельфер (б):

1 — тормоз, 2 — звездочка, 3 — крюк, 4 — червячное колесо, 5 — цепное колесо, 6 — приводная цепь, 7 — червяк, 8 — тяговая цепь, 9 — пульт управления, 10 — гибкий кабель, 11 — электродвигатель, 12 — тележка, 13 — монорельсовый путь, 14 — канатный барабан

При необходимости перемещения груза в горизонтальном направлении ручную таль подвешивают за крюк 3 (см. рис. 11) к траверсе 7 на приводной тележке (рис. 12), которая перемещается по рельсу. Тележка снабжена колесами 3, установленными на осях 4. Последние закреплены в боковых накладках 5, стянутых шпильками 6.

Блоки и звездочки применяют для изменения направления движения тягового органа. В отдельных случаях блок может служить для передачи крутящего момента от вала к тяговому органу или наоборот. Направляющие блоки изготовляют из чугуна и значительно реже из стали (сварные или литые). Профиль канавок на блоке выполняют так, чтобы канат плотно укладывался в канавку.

Полиспасты (рис. 13, а, б), представляющие собой устрой-

ства из гибких тяговых органов и блоков, служат для перемещения груза. Они могут быть использованы в качестве самостоятельных грузоподъемных устройств или входить в состав грузоподъемного механизма.

Полиспаст состоит из неподвижных 1 и подвижных 2 блоков, огибаемых гибкими тяговыми органами (канат или цепь) 3, смонтированными в обоймах. Груз крепят к крюку нижней подвижной обоймы, которую обычно называют крюковой подвеской.

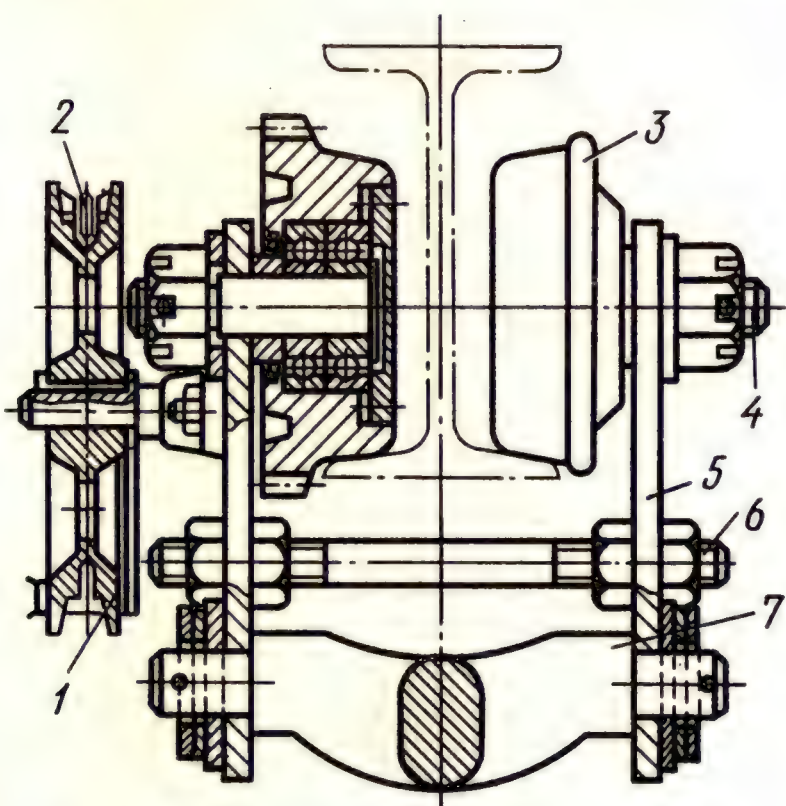
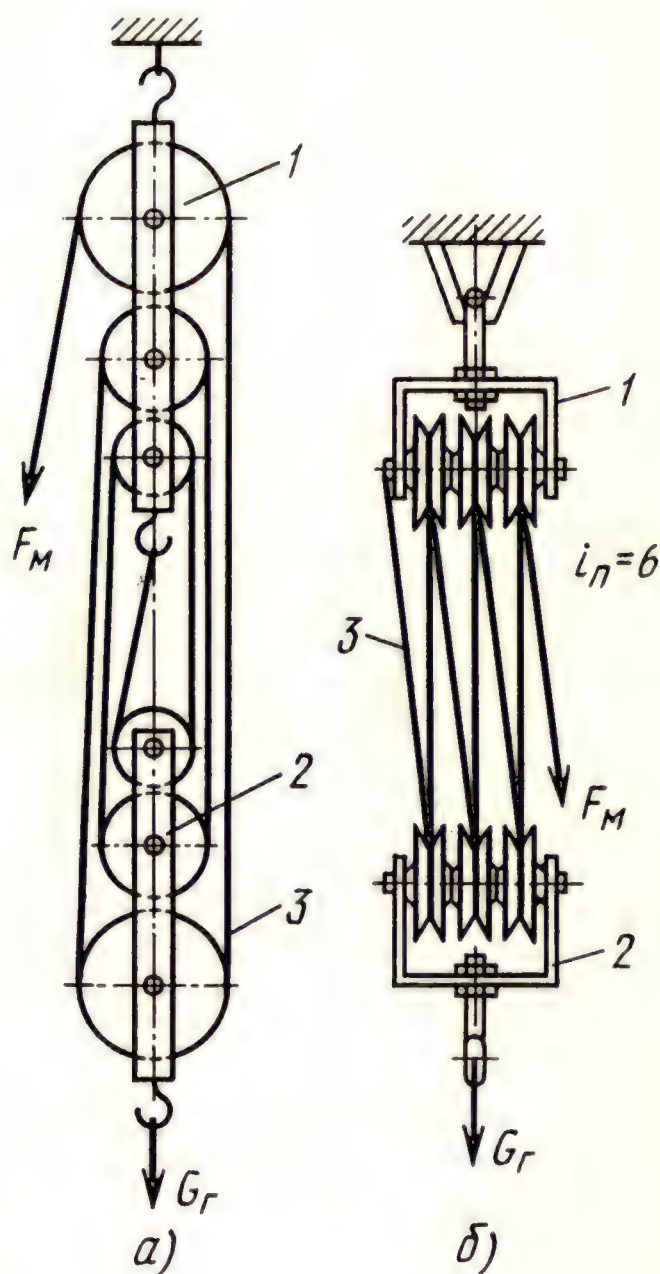


Рис. 12. Монорельсовая тележка с ручным механизмом передвижения:

1 — приводное колесо, 2 — цепь, 3 — колеса, 4 — оси, 5 — боковые накладки, 6 — шпильки, 7 — траверса

Рис. 13. Полиспасты:

а — с блоками, расположенными в один ряд, б — с блоками, расположенными на общих горизонтальных осях; 1, 2 — неподвижные и подвижные блоки, 3 — гибкий тяговый орган; G_r — масса груза, F_M — прикладываемое усилие



Основная характеристика полиспаста — кратность i_n ; ее определяют при использовании одинарного барабана по числу ветвей, на которых подвешен груз. При сдвоенном барабане кратность полиспаста равна половине числа ветвей каната, на которых подвешивают груз.

Полиспаст используют для выигрыша в силе: $F = \frac{G_r + G_n}{i_n \eta_n}$, где F — прикладываемое усилие; G_r — масса груза; G_n — масса полиспаста; i_n — кратность полиспаста; η_n — КПД полиспаста.

Пример. Необходимо выбрать полиспаст для подъема груза массой 300 кг. Известно, что масса полиспаста равна 90 кг, его КПД составляет 0,96. При подъеме груза вручную рабочий прикладывает усилие, не превышающее 60 Н.

Используя приведенную выше формулу, определяем кратность полиспаста:

$$i_n = \frac{G_r + G_n}{F \eta_n} = \frac{300 + 90}{60 \cdot 0,96} = 6,77, \text{ т. е. для того, чтобы поднять требуемый}$$

груз, потребуется многоблочный полиспаст, имеющий шесть ветвей для подвешивания груза (см. рис. 13, б).

Грузоподъемные приспособления. В тех случаях, когда при отсутствии стационарных грузоподъемных устройств приходится осуществлять сборку или монтаж на месте постоянной работы крупногабаритного оборудования, применяют грузоподъемные приспособления, выбор которых зависит от массы поднимаемого груза. Наиболее распространенными грузоподъемными приспособлениями являются кóзлы, треноги и мачты.

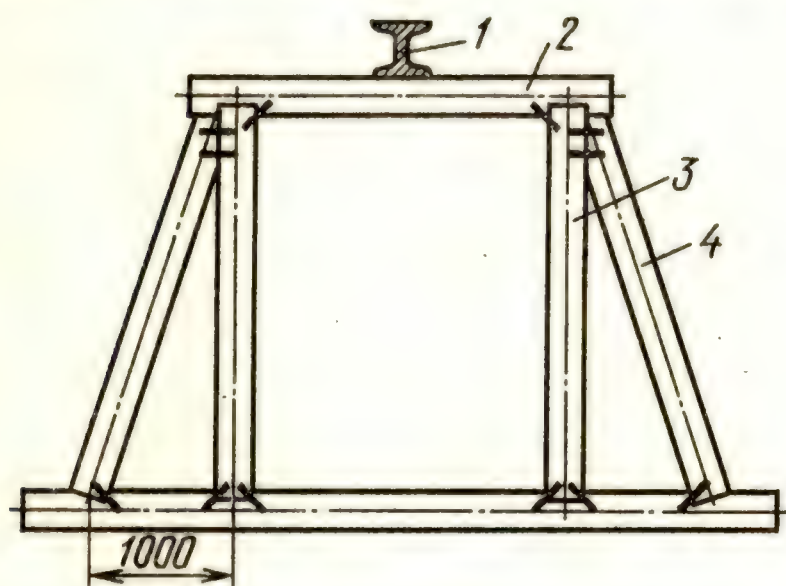


Рис. 14. Деревянные кóзлы:
1 — балка, 2 — поперечина, 3 — стойка,
4 — раскос

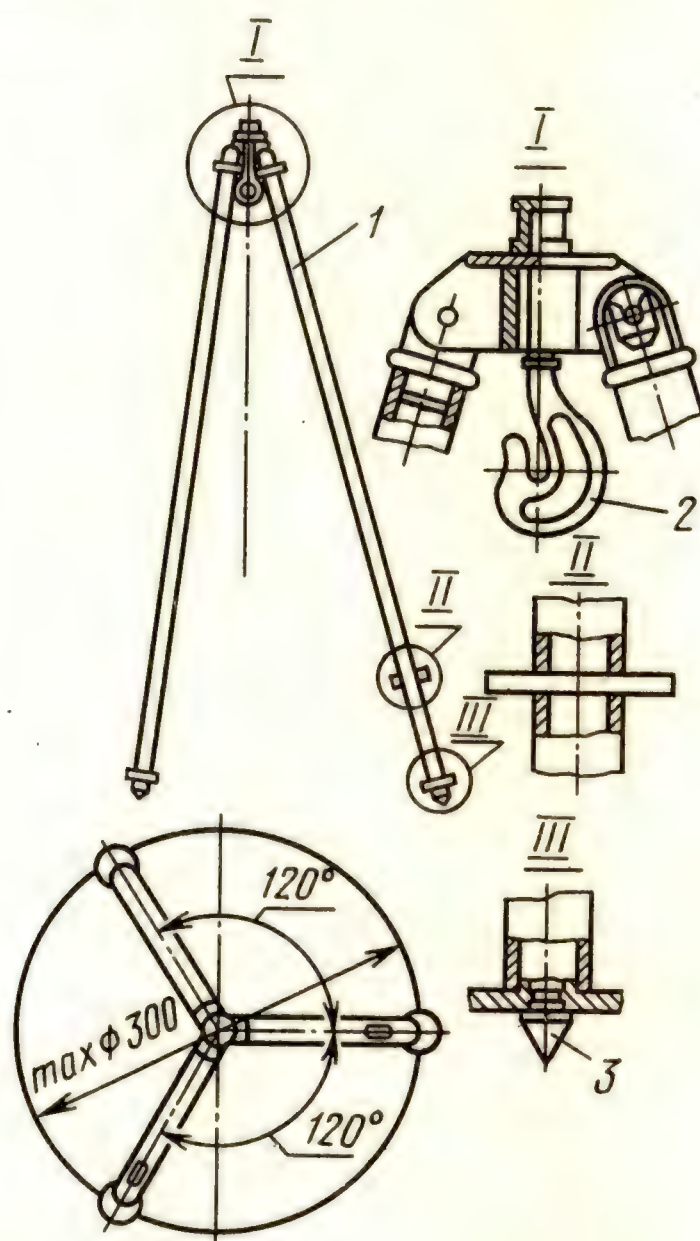


Рис. 15. Тренога:
1 — штанга, 2 — крюк, 3 — опора

Кóзлы (рис. 14) применяют для подъема грузов массой до 12 т и изготавливают из деревянных бревен. Они состоят из четырех стоек 3, двух поперечин 2 и четырех раскосов 4. На поперечины укладывают балку (или рельс) 1, на которой крепят грузоподъемный механизм. Размеры бревен и балок для изготовления кóзел выбирают по справочным таблицам в зависимости от массы поднимаемого груза.

Треноги (рис. 15) используют при подъеме грузов сравнительно небольшой массы (до 3 т) на высоту до 2,5 м. Чаще всего их изготавливают из металлических труб и реже — из древесины.

Мачты (рис. 16) служат для подъема грузов массой до 50 т. Используют их в тех случаях, когда при монтаже промышленного оборудования невозможно или нецелесообразно применение кранов. При высоте до 30 м мачты изготавливают из стальных труб. Чтобы облегчить транспортирование, их выпол-

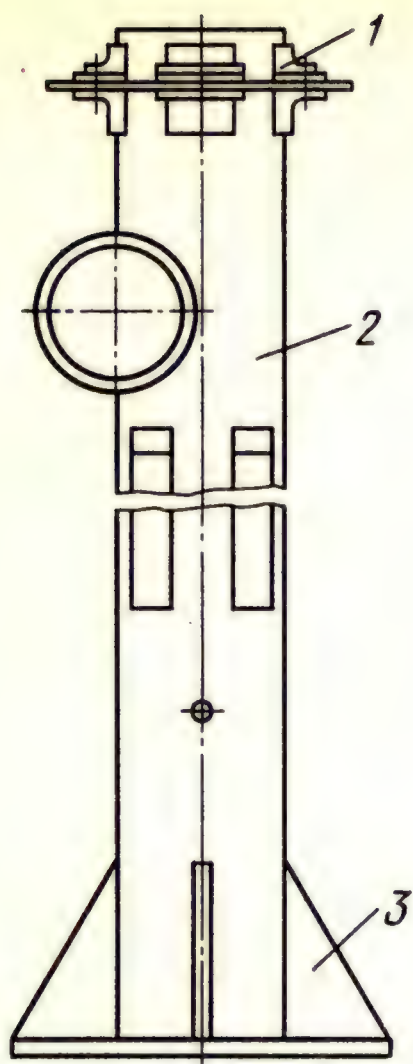


Рис. 16. Мачта:
1 — фланец, 2 — колонна, 3 — ребро жесткости

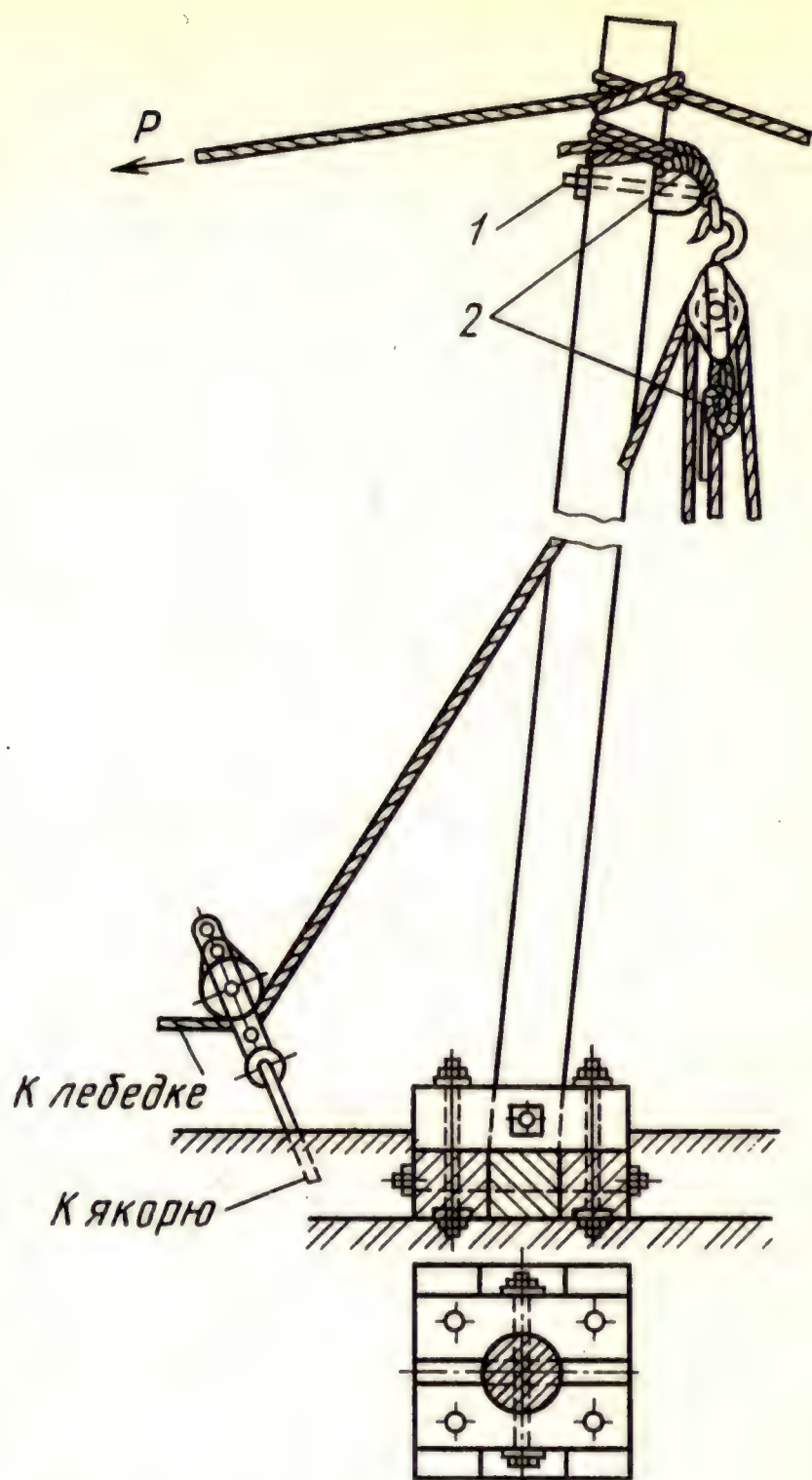


Рис. 17. Схема установки мачты в заданное положение:

1 — двойные выбленочные узлы,
2 — беседочные узлы со сжимами

няют из нескольких частей, которые соединяют между собой с помощью болтов. Для удобства соединения отдельные части мачты снабжаются присоединительными фланцами.

В вертикальном или в заданном наклонном положении мачту удерживают с помощью расчалок-вант (рис. 17), которые выполняют из канатов. Число вант определяют, исходя из условий работы, но оно не может быть менее трех. С основанием мачту соединяют с помощью шарнира (рис. 18), что обеспечивает ее установку с заданным углом наклона.

§ 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Обеспечение безопасности при работе с грузоподъемными машинами требует своевременного и качественного контроля за соблюдением действующих норм и правил безопаснос-

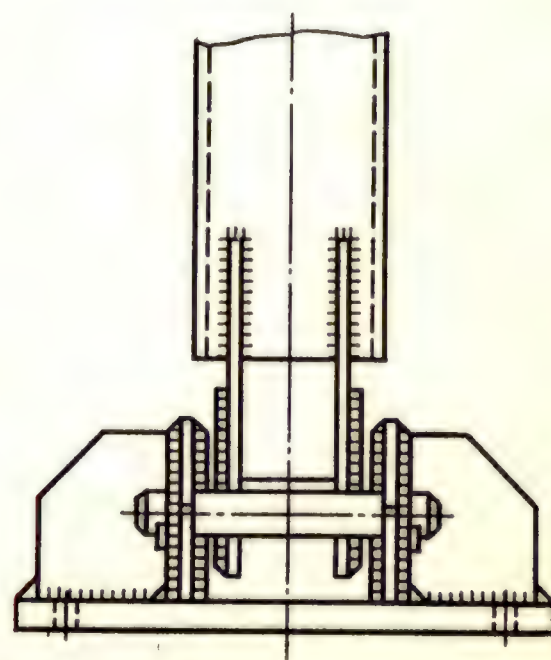


Рис. 18. Шарнирное соединение мачты с основанием

ти, в которых наряду с инструкциями Госгортехнадзора СССР изложены требования, подлежащие выполнению в процессе эксплуатации грузоподъемных устройств.

Разрешение на эксплуатацию грузоподъемных устройств выдают инженерно-технические работники, которые осуществляют надзор за грузоподъемными машинами на предприятии. До начала эксплуатации грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные приспособления должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию, которое включает в себя испытание машин и тщательный технический контроль всех механизмов, электрооборудования, тормозов, канатов и других элементов. Механизмы, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию.

Срок периодических испытаний грузоподъемных машин, таких, как краны, передвигающиеся по рельсовым путям электрические тележки, ручные и электрические тали, лебедки для подъема груза, устанавливается один раз в три года; лебедки, использующиеся для подъема людей, испытывают один раз в год.

Кроме полного освидетельствования грузоподъемные машины не реже одного раза в год должны подвергаться частичному техническому освидетельствованию, при котором испытания не проводятся.

Внеочередное полное техническое освидетельствование должно производиться после установки грузоподъемного устройства на новое место работы; реконструкции грузоподъемного устройства, связанной с заменой привода, удлинением стрелы, увеличением высоты подъема груза, усилением крана для увеличения его грузоподъемности, а также других изменений, вызывающих перераспределение нагрузки в элементах конструкции грузоподъемного устройства; замены элементов или узлов грузоподъемного механизма; смены крюка или крюковой подвески. Цель технического освидетельствования — установить, исправно ли грузоподъемное устройство и обеспечивает ли оно безопасную работу.

Съемные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, клещевые захваты и т. д.) должны подвергаться осмотру-испытанию нагрузкой, в 1,25 раза превышающей их номинальную грузоподъемность. В процессе эксплуатации съемные грузозахватные устройства должны подвергаться периодическому осмотру не реже одного раза в месяц, а стропы — через каждые 10 дней. Стальные канаты стропов при необходимости бракуют. Установлены нормы выбраковки стальных канатов в зависимости от числа допустимых обрывов проволок на длине одного шага свивки каната (троса).

Шаг S свивки каната определяют следующим образом. Измеряют диаметр d_k каната, как это показано на рис. 19, а. На поверхность какой-либо пряди наносят метку a (рис. 19, б), от

которой отсчитывают вдоль центральной оси каната столько прядей, сколько их имеется в сечении каната (на приведенном рисунке — шесть). На следующую, седьмую прядь наносят метку б. Расстояние между метками а и б соответствует шагу свивки. У многопрядных канатов шаг свивки определяют по числу прядей в наружном слое каната. Нормы выбраковки стальных канатов приводятся в справочниках.

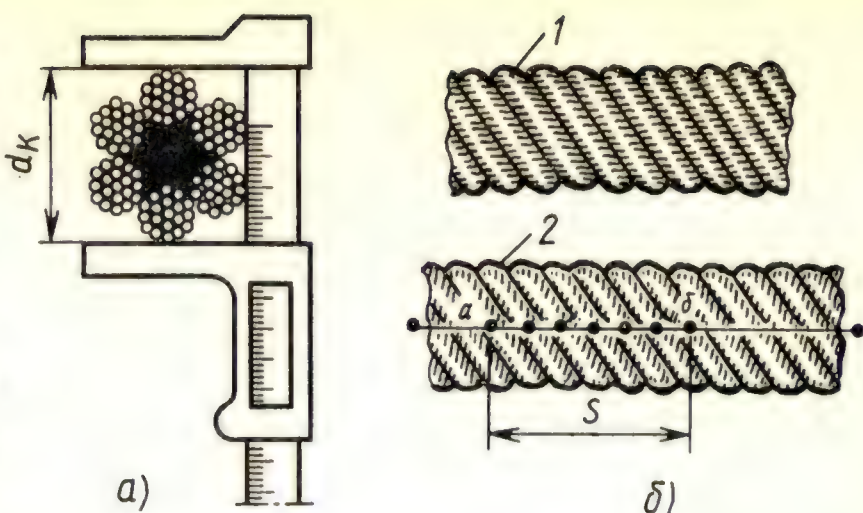


Рис. 19. Схема для определения диаметра каната (а) и шага его свивки (б): 1 — односторонняя свивка, 2 — крестовая свивка

При наличии у каната существенного поверхностного износа или коррозии проволок число допустимых обрывов на шаге свивки уменьшается на 50 %. Если износ или коррозия достигает 40 % первоначального диаметра проволок, канат бракуют. Диаметр проволок измеряют, отгибая их концы в месте обрыва. В случае обнаружения в канате оборванной пряди его бракуют.

Грузоподъемные машины, съемные грузозахватные приспособления и тара должны содержаться в исправном состоянии, обеспечивающем безопасные условия их эксплуатации. К управлению грузоподъемными машинами, применяемыми при выполнении механосборочных и разметочных работ, могут быть допущены слесари механосборочных работ только после соответствующего инструктажа и проверки навыков по управлению машиной.

Контрольные вопросы

1. Почему целесообразнее изготавливать стропы из канатов?
2. От чего зависит выбор конструкции грузозахватного устройства?
3. Почему в процессе подъема и перемещения груза необходимо следить за его положением?
4. От чего зависит периодичность испытаний грузоподъемных устройств?

ГЛАВА 2

РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Разметка является частью некоторых технологических процессов сборки механизмов и машин. Несмотря на большие затраты ручного высококвалифицированного труда, разметка используется достаточно широко, в том числе на предприятиях массового производства.

Обычно работа разметчика не контролируется, поэтому допущенные им ошибки выявляются в большинстве случаев в го-

товых деталях. Исправить такие ошибки очень сложно, а чаще всего невозможно. В связи с этим разметчик должен стремиться использовать в работе новые прогрессивные приемы труда и современную технологическую оснастку, повышающие точность разметки и ее производительность. В зависимости от особенностей технологического процесса разметки различают разметку плоскостную и пространственную.

Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости.

Пространственной разметкой пользуются для нанесения рисков на поверхностях заготовки, связанных между собой требованиями к их взаимному расположению.

§ 2. ПЛОСКОСТНАЯ РАЗМЕТКА

Наибольшие трудности при плоскостной разметке вызывают построение сложных контуров, деление окружности на равные части, построение разверток геометрических фигур и рациональное размещение контуров деталей на листе металла при раскрое. Рассмотрим наиболее рациональные способы выполнения этих работ.

Геометрические построения сложных контуров. 1. Требуется через три точки провести дугу, центр которой расположен вне заготовки. Разметку в этом случае осуществляют следующим образом (рис. 20):

- накернивают точки A и B ;
- из этих точек, как из центров, проводят вспомогательные дуги AA_1 и BB_1 радиусом AB ;
- проводят прямые AB и BA до пересечения их с вспомогательными дугами AA_1 и BB_1 в точках a_4 и b_4 ;
- отрезки Aa_4 и Bb_4 дуг делят на четыре равные части;
- на отрезках a_4A_1 и b_4B_1 откладывают такие же четыре отрезка;
- точку A соединяют с точками $b_1...b_7$;
- точку B соединяют с точками $a_1...a_7$;
- точки пересечения лучей $Ab_1...Ab_7$ и $Ба_1...Ба_7$ соединяют плавной кривой, которая и будет представлять собой искомую дугу AB .

2. Требуется по заданным хорде AB и стреле прогиба h построить дугу. В этом случае разметку заданной дуги осуществляют следующим образом (рис. 21, а):

- накернивают точки A и B ;
- между этими точками проводят разметочную риску;
- делят пополам хорду AB и восстанавливают к ней перпендикуляр;
- на этом перпендикуляре откладывают отрезок, равный стреле прогиба h ;
- накернивают точку C .

Если центр дуги находится в пределах размечаемой заготовки, его определяют следующим образом (рис. 21, б):

соединяют точки А и В, Б и В;
в середине отрезков АВ и БВ
восстанавливают перпендикуляры;
накернивают точку О пересечения этих перпендикуляров;
из точки О через точки А, Б и В проводят дугу.

Если центр дуги находится вне размечаемой заготовки, то дальнейшие построения ведут в той же последовательности, что и в первом рассмотренном случае.

3. Деление окружности на равные части можно осуществлять двумя способами — с помощью геометрических построений без использования и с использованием специальных расчетов.

Первый способ достаточно подробно описан в учебнике Н. И. Макиенко «Общий курс слесарного дела» (М., Высшая школа, 1989), поэтому рассмотрим методы деления окружности на равные части вторым способом. Такие построения рекомендуется производить в тех случаях, когда требуется деление на семь и более частей.

Предположим, что необходимо разделить окружность диаметром D_0 на n равных частей. Длину хорды, соединяющей две соседние точки окружности, определяем по формуле $S = D_0 a$, где a — коэффициент, зависящий от числа делений (см. ниже).

$n \dots$	7	8	9	10	11	12	13	$\dots$	47	$\dots$
$a \dots$	0,434	0,383	0,342	0,309	0,282	0,259	0,239	$\dots$	0,067	$\dots$

Зная диаметр D_0 размечаемой окружности и выбрав в зависимости от требуемого числа делений n коэффициент a , определяем числовое значение длины хорды.

Если диаметр заданной окружности выражен не целым числом, деление целесообразно вести не по этой окружности, а по вспомогательной, числовое значение диаметра которой выражено целым числом. Вспомогательную окружность делят на заданное число частей циркулем, раствор ножек которого должен соответствовать длине хорды между точками деления вспомогательной окружности. После того как вспомогательная окружность будет разделена на заданное число делений, через точки деления из центра окружности проводят радиусы до пересече-

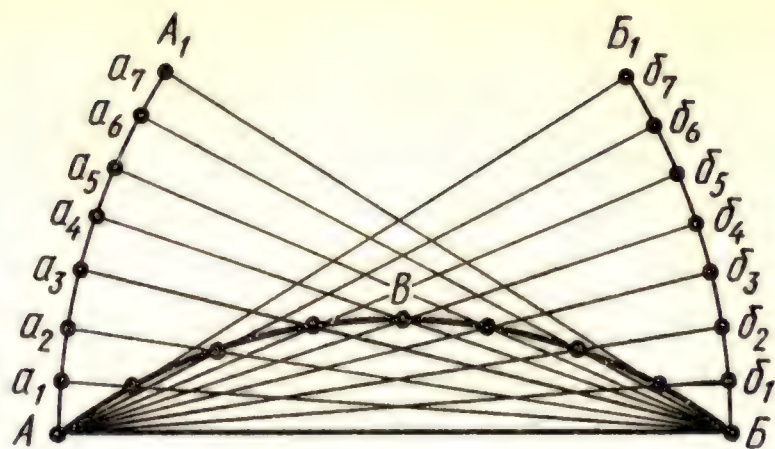


Рис. 20. Построение проходящей через три точки дуги, центр которой находится за пределами размечаемой заготовки

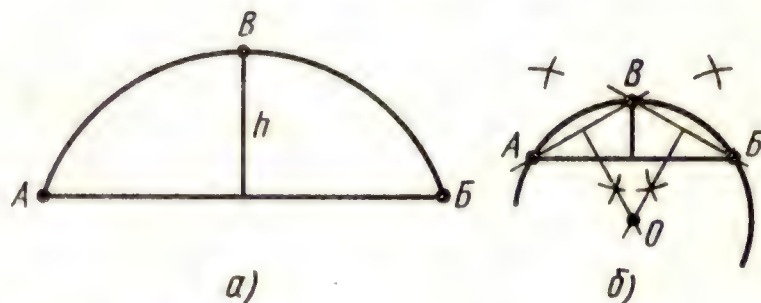


Рис. 21. Построение дуги с центром, находящимся в пределах размечаемой заготовки, по заданным хорде и стреле прогиба:

а — определение характерных точек дуги, б — прием построения

ния с заданной окружностью. Точки пересечения радиусов с заданной окружностью и будут являться искомыми точками деления. Рассмотрим этот способ деления на конкретном примере.

Пример. Окружность $\varnothing 127,8$ мм требуется разделить на 13 частей. Прежде чем приступить к делению окружности, выполняем следующее:

выбираем диаметр D вспомогательной окружности ($D = 90$ мм);

в зависимости от требуемого числа делений определяем, что $a = 0,239$;

рассчитываем длину хорды между точками деления вспомогательной окружности по формуле $S = Da = 90 \cdot 0,239 = 21,51$ мм.

Разметку ведем в такой последовательности:

окрашиваем поверхность размечаемой детали;

наносим две взаимно перпендикулярные риски, пересекающиеся в центре размечаемой окружности;

из этого центра описываем основную окружность, имеющую диаметр $D_0 = 127,8$ мм;

из того же центра описываем вспомогательную окружность, имеющую диаметр $D = 90$ мм;

на пересечении одной из осей с вспомогательной окружностью наносим керновое углубление;

от кернового углубления циркулем, раствор которого устанавливаем равным длине S хорды, наносим засечки сначала по часовой стрелке, потом против (так как установить циркуль точно на размер $S = 21,51$ мм не представляется возможным, его устанавливают как можно более точно, т. е. $S \approx 21,51$ мм);

вследствие того, что циркуль установлен неточно, засечки не совпадут; отрезок между ними на глаз делим на две равные части и в середине отрезка наносим керновое углубление;

через центр окружностей и керновые углубления на вспомогательной окружности проводим риски до пересечения с основной окружностью;

точки пересечения рисков с основной окружностью накерниваем.

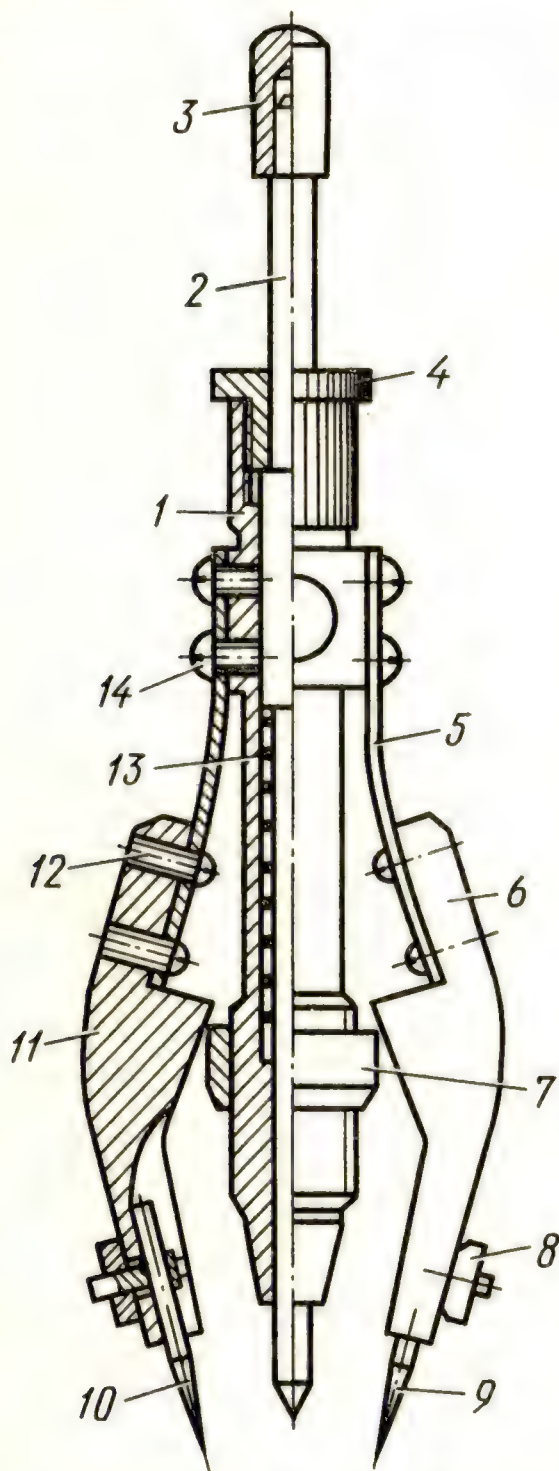


Рис. 22. Кернер Ю. В. Козловского:

1 — корпус, 2 — боек, 3 — ударная головка, 4 — резьбовая втулка, 5 — упругие элементы, 6, 11 — ножки, 7, 8 — гайки, 9, 10 — сменные иглы, 12, 14 — винты, 13 — пружина

Из приведенного примера видно, что такая разметка весьма трудоемка и малопроизводительна; кроме того, ее точность невелика. Повысить производительность и точность разметки при делении окружности на равное количество частей можно, используя кернер Ю. В. Козловского (рис. 22).

Внутри корпуса 1 кернера располагаются пружина 13 и боек 2. К корпусу с помощью упругих элементов 5 и винтов 12 и 14 крепятся ножки 6 и 11, которые благодаря

гайке 7 могут одновременно перемещаться, обеспечивая настройку на заданный размер. Сменные иглы 9 и 10 крепятся к ножкам с помощью гаек 8. При настройке кернера положение бойка с ударной головкой 3 фиксируется резьбовой втулкой 4.

Разметку с использованием этого кернера осуществляют в такой последовательности:

острия игл 9 и 10 устанавливают в риск предварительно проведенной на заготовке окружности;

наносят удар по ударной головке 3, производят кернение первой точки;

корпус кернера поворачивают вокруг одной из игл до тех пор, пока острие второй иглы не совпадет с контуром окружности;

вновь наносят удар по ударной головке 3 и т. д.

В результате все керновые углубления располагаются на предварительно размеченном контуре окружности с одинаковым шагом. Точность разметки увеличивается, так как благодаря использованию игл для настройки кернера на заданный размер можно применять блоки концевых мер, которые обеспечивают более высокую точность, чем разметочный штангенциркуль.

Построение разверток. Детали машин различной формы довольно часто изготавливают из листового материала, пользуясь в ряде случаев методом сварки. Перед сваркой необходимо изготовить плоскую заготовку, которая после изгибания примет заданную форму. При этом разметчику необходимо уметь определить конфигурацию плоской детали и разметить эту деталь так, чтобы она в последующем по форме и размерам точно соответствовала требованиям чертежа.

Рассмотрим геометрические способы построения разверток наиболее распространенных пространственных тел. (Эти способы предполагают, что толщина заготовки теоретически равна нулю и при обработке заготовка не испытывает деформаций.)

Построение развертки боковой поверхности цилиндра (рис. 23) по его фронтальной V и горизонтальной H проекциям осуществляют следующим образом:

на расстоянии h , равном высоте цилиндра, проводят две взаимно параллельные риски;

на одной из них откладывают отрезок AB , равный длине окружности основания цилиндра ($AB = \pi d$);

из точек A и B восстанавливают перпендикуляры до пересечения со второй прямой в точках V и Γ .

Развертка боковой поверхности кругового конуса (рис. 24) пред-

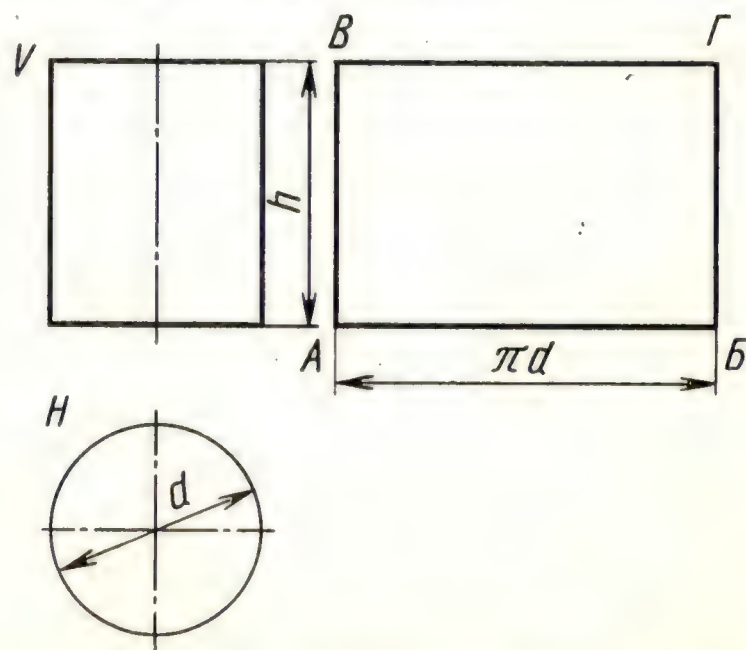


Рис. 23. Техническая развертка боковой поверхности цилиндра

ставляет собой сектор; ее построение осуществляется в такой последовательности:

определяют радиус сектора развертки конуса по формуле $R = \sqrt{(d/2)^2 + H^2}$ (где d — диаметр основания конуса; H — высота конуса) и угол при вершине сектора по формуле $\alpha = 180d/R$;

накернивают точку O — вершину конуса, выбирая ее произвольно;

из этой точки проводят дугу радиусом R , произвольную прямую OA и прямую OB , расположенную под углом α к прямой OA .

Сектор AOB представляет собой развертку конуса.

Построение раз-

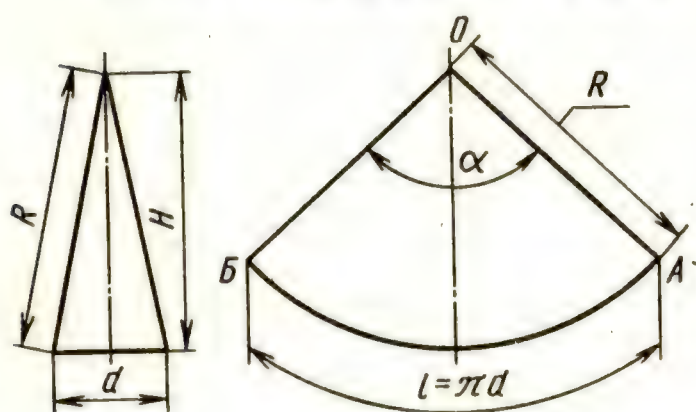


Рис. 24. Техническая развертка боковой поверхности кругового конуса

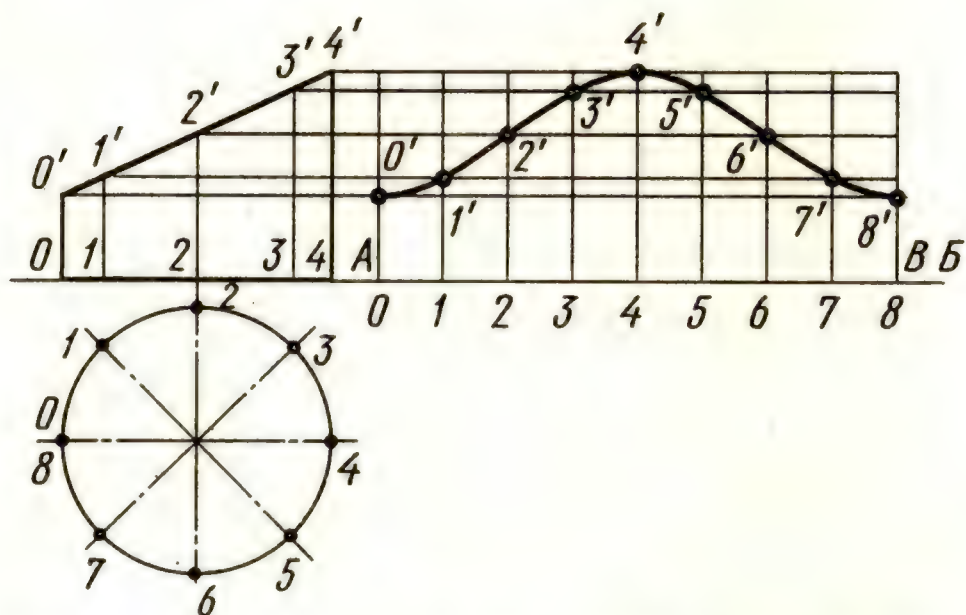


Рис. 25. Техническая развертка боковой поверхности кососрезанного цилиндра

вертки боковой поверхности кососрезанного цилиндра (рис. 25) несколько сложнее; осуществляют его следующим образом:

проводят прямую AB ;

на ней откладывают отрезок $AB = \pi d$;

окружность цилиндра делят на восемь и более равных частей (чем больше число делений, тем более точно будет построена развертка);

на такое же число частей делят отрезок AB ; из точек деления отрезка AB восстанавливают перпендикуляры;

на восстановленных из точек $0...8$ на отрезке AB перпендикулярах откладывают отрезки $0-0'...8-8'$, длина которых равна длине образующих цилиндра в соответствующих точках;

через точки $0'...8'$ проводят плавную кривую, которая очерчивает верхнюю границу искомой развертки.

Полную развертку кососрезанной призмы, например пятиугольной (рис. 26), можно построить по трем заданным проекциям — фронтальной V , горизонтальной H и профильной W . Построение осуществляют следующим образом:

определяют реальные размеры наклонной плоскости сечения A ; для этого на проекциях V и W , выполненных в масштабе $1:1$, отмечают точки $1...5$;

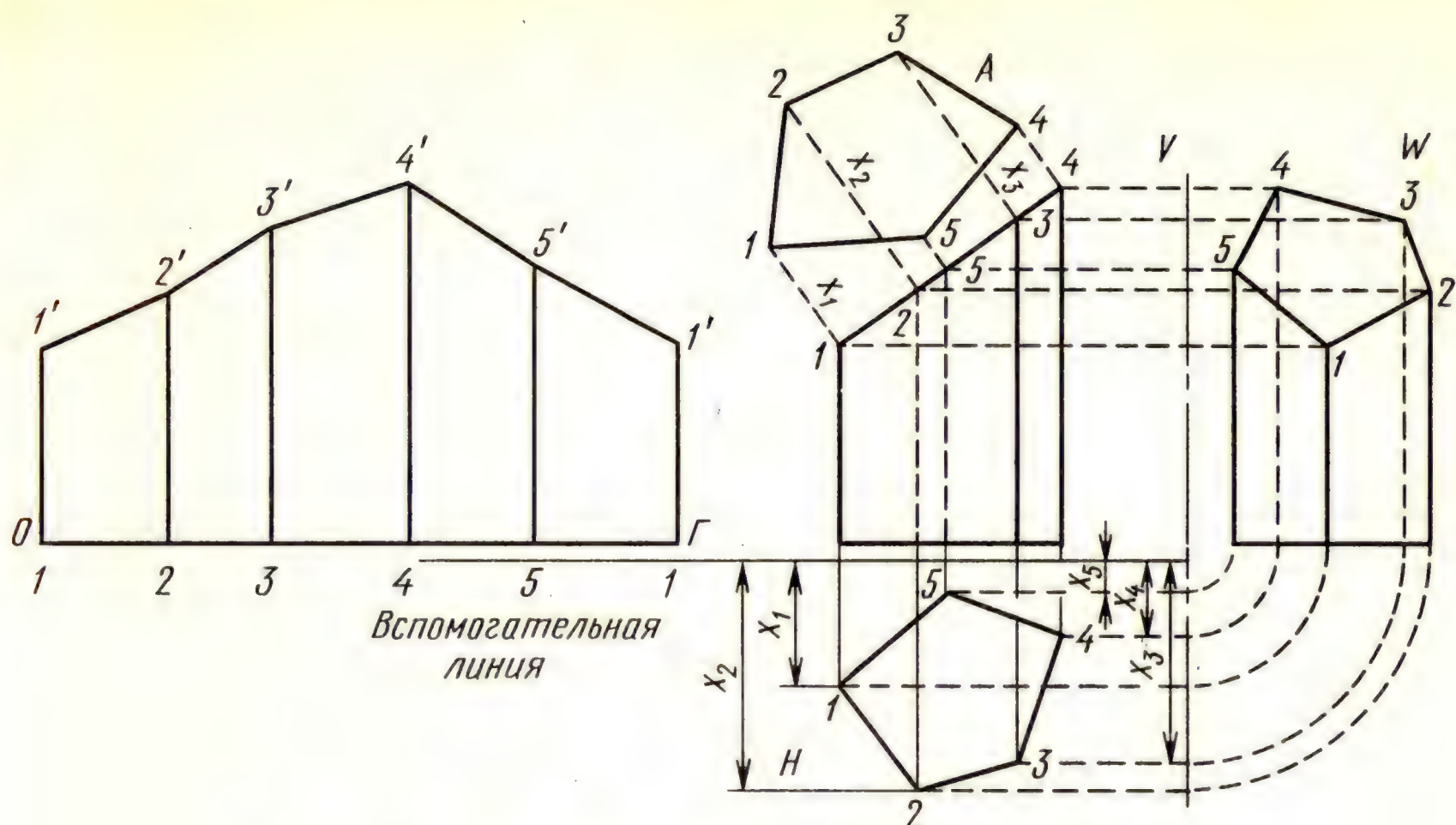


Рис. 26. Техническая развертка кососрезанной призмы

на произвольном расстоянии от проекции H проводят вспомогательную линию и восстанавливают к ней перпендикуляры из точек $X_1...X_5$;

на проекции V проводят линии $X_1...X_5$, перпендикулярные линии среза;

на проекции V на линиях $X_1...X_5$ откладывают длины соответствующих лучей с проекции H ;

соединяют точки на линиях $X_1...X_5$ на проекции V и получают плоскость сечения A ; плоскость основания призмы соответствует проекции H ;

проводят прямую $ОГ$;

на этой прямой откладывают отрезки, длина которых соответствует длине сторон основания призмы;

в точках $1...5$ к прямой $ОГ$ восстанавливают перпендикуляры;

на этих перпендикулярах откладывают отрезки, длина которых равна длине соответствующих боковых граней призмы;

соединяя между собой точки $1'...5'$, получают развертку боковой поверхности призмы.

Построение развертки боковой поверхности усеченного конуса производят в зависимости от его формы. Если вершина полного конуса находится в пределах заготовки, строят развертку полного конуса (рис. 27, а), а затем из точки O проводят вторую дугу радиусом r . Так как высота полного конуса не задается, радиусы R и r определяют следующим образом: $R = \frac{Ld}{d-d_1}$ (где $L = \sqrt{H^2 + \left(\frac{d-d_1}{2}\right)^2}$; H — вы-

сота усеченного конуса; d и d_1 — диаметры большего и меньшего оснований); $r = R - L$.

Если вершина полного конуса находится вне заготовки,

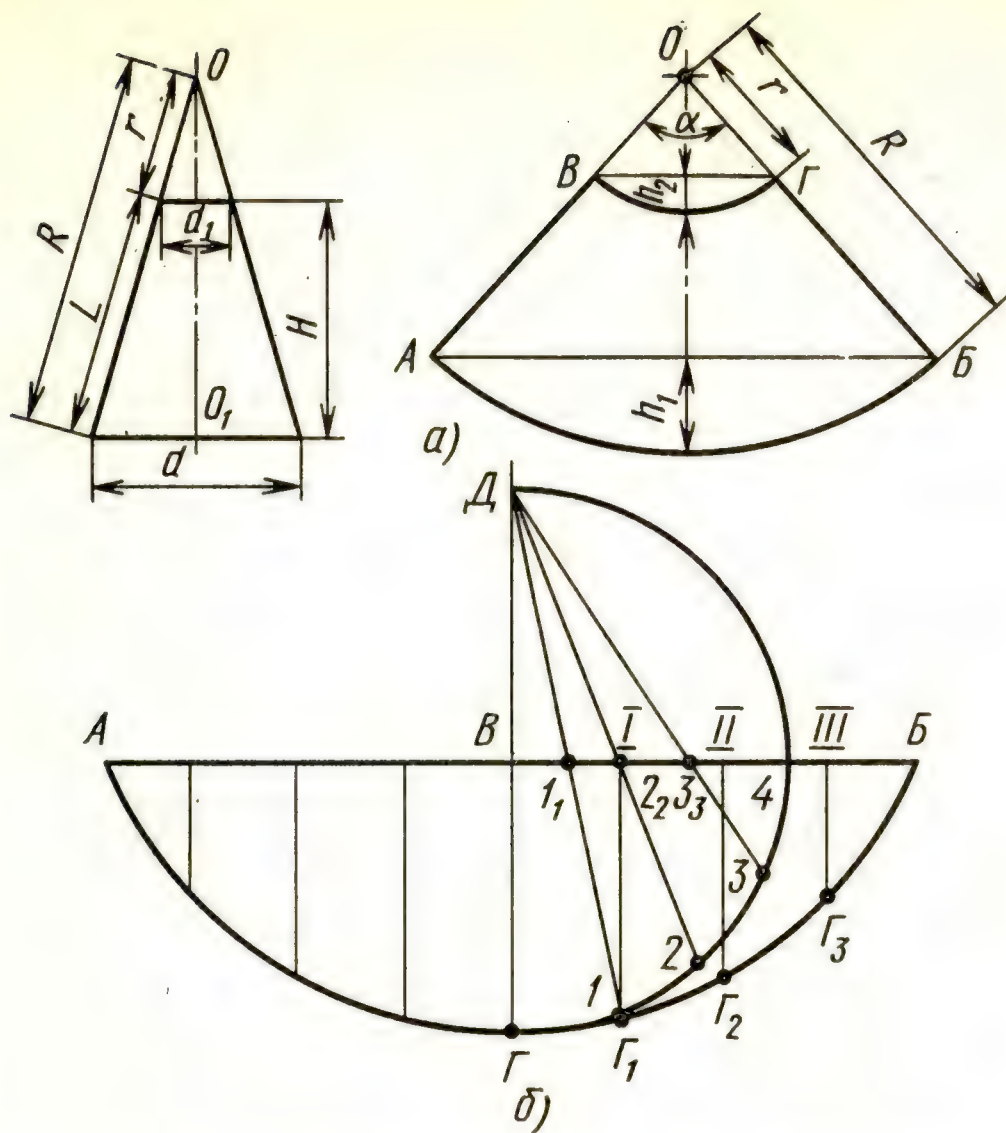


Рис. 27. Техническая развертка боковой поверхности усеченного конуса:

а — с вершиной, находящейся в пределах заготовки,
б — с вершиной, находящейся вне заготовки

ба $B\Gamma$, а затем разметку ведут так:

четверть окружности делят на четыре равные части;

точки $1...4$ соединяют с точкой D ;

каждую половину хорды AB также делят на четыре равные части точками I, II и III ;

из точек I, II и III восстанавливают перпендикуляры к хорде AB ;

на перпендикулярах откладывают отрезки, равные отрезкам $1-1_1, 2-2_2$ и $3-3_3$, получая точки Γ_1, Γ_2 и Γ_3 и симметричные им точки по другую сторону от стрелы прогиба;

с помощью лекал соединяют полученные точки, заканчивая тем самым построение развертки одного из оснований.

Построение развертки тройника для соединения труб осуществляют следующим образом (рис. 28):

по заданным фронтальной V и горизонтальной H проекциям делят окружность трубы A и патрубка B на одинаковое число равных частей;

на высоте оси патрубка проводят линию OO ;

параллельно этой линии проводят линии BB , которые будут соответствовать периметру патрубка;

на развертке патрубка B откладывают отрезок, равный πd , и делят его на восемь равных частей;

из точек $I...V$ деления горизонтальной проекции H проводят вертикальные прямые до пересечения их с горизонтальными

построение развертки его боковой поверхности в значительной степени усложняется и ведется таким образом:

с помощью формул находят значения R', r и α ;

по специальным таблицам определяют длины хорд AB и $B\Gamma$ (см. рис. 27, а) и стрел прогиба h_1 и h_2 .

Последовательность построения дуги по заданным хорде и стрелам прогиба была приведена ранее.

Если стрела прогиба мала по сравнению с хордой, из точки B (рис. 27, б) описывают окружность радиусом, равным стреле прогиба

линиями, проведенными из точек деления вспомогательной окружности на проекции V ;

горизонтальные линии продолжают до пересечения их с вертикальными прямыми на развертке трубы A ;

точки пересечения соединяют плавной кривой;

периметр патрубка B изображают также в виде прямой линии на горизонтальной проекции;

на линии периметра патрубка наносят точки $1...9$, делящие его на равные части;

из этих точек восстанавливают перпендикуляры, на которых откладывают высоты образующих патрубка (этим высотами являются лучи, показанные стрелками на фронтальной поверхности);

через конечные точки высот с помощью лекал проводят кривую линию, которая будет являться граничной линией развертки патрубка.

Разметку всех рассмотренных технических разверток производят по чертежам, разрабатываемым конструктором или технологом, но в некоторых случаях, особенно в условиях единичного и экспериментального производства, построения таких разверток выполняются разметчиком самостоятельно по чертежу готовой детали. В любом случае построение разверток следует начинать с расчета и геометрических построений нейтрального слоя, учитывая при этом толщину листа и вопросы экономии материала при его раскрое.

Способы экономичного раскроя листового материала. Раскроем называют принятое при разметке расположение заготовок на листе исходного материала. Выполняют его несколькими способами. Наиболее простым является раскрой с последовательным расположением заготовок (рис. 29, а). В большинстве случаев при таком расположении заготовок коэффициент использования материала оказывается крайне низким. Поэтому заготов-

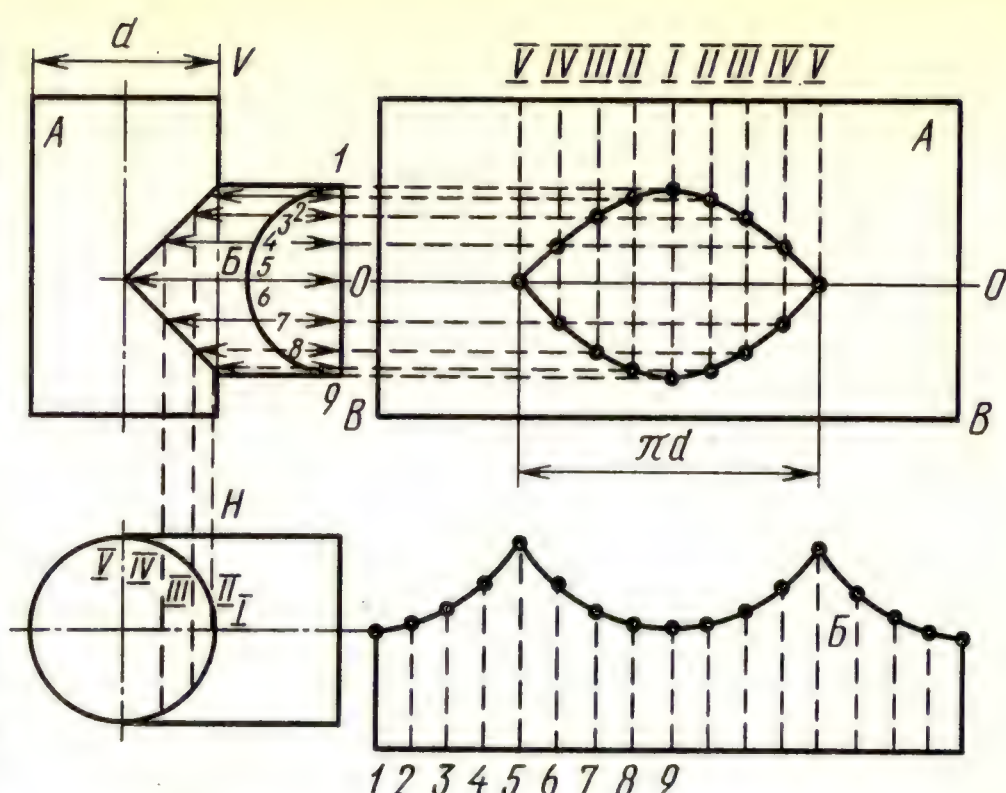


Рис. 28. Техническая развертка тройника

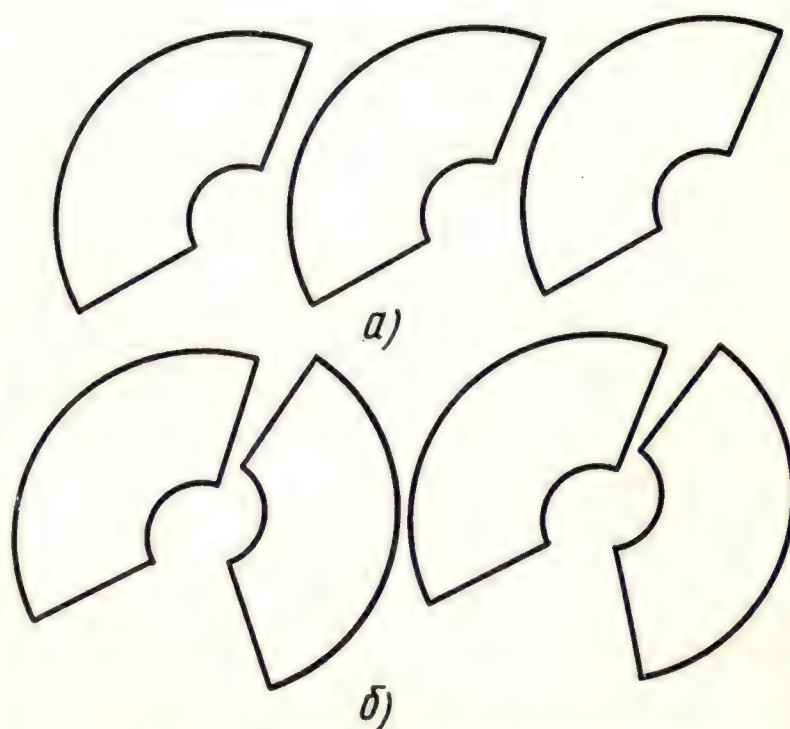


Рис. 29. Раскрой материала:
а — традиционный, б — уплотненный

ки стремятся располагать на листе исходного материала таким образом (рис. 29, б), чтобы обеспечить максимальную эффективность использования последнего, не снижая, а даже по возможности повышая производительность труда.

§ 3. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ РАЗМЕТКА

При пространственной разметке заготовку сначала опускают на опоры, предварительно установленные на разметочной плите, а затем закрепляют в заданном положении. Если опоры выбраны и установлены правильно, то в ряде случаев закрепление заготовки не требуется, так как она остается неподвижной под действием силы тяжести. Устанавливая заготовку на разметочной плите, необходимо обеспечить ее устойчивость при различных положениях в процессе разметки. Установка заготовки на разметочной плите — операция весьма трудоемкая и длительная.

При установке и выверке заготовку приходится не только поднимать, опускать и поворачивать в вертикальной плоскости, что осуществляют чаще всего с помощью домкратов и различных грузоподъемных устройств, но и перемещать по плоскости плиты. Для не очень тяжелых заготовок с этой целью можно использовать специальный рычаг круглого или квадратного сечения. Если заготовку нужно повернуть по часовой стрелке, рычаг поворачивают в обратном направлении и наоборот. Чтобы рычаг и заготовка не портили поверхность разметочной плиты, под них устанавливают прокладки.

Для обеспечения устойчивости заготовки на плите необходимо, чтобы перпендикуляр, опущенный из центра тяжести заготовки, проходил через внутреннюю часть треугольника, образованного опорами, на которых заготовка установлена.

До начала разметки необходимо убедиться в точном соответствии заготовки требованиям чертежа детали. После этого следует наметить последовательность разметки, а затем решить, в каких положениях заготовка будет устанавливаться на плите и в каком порядке будут наноситься риски.

Основой качественной разметки является правильный выбор технологических баз, который в большинстве случаев оказывается достаточно сложным. При базировании заготовки необходимо придерживаться следующих правил:

если хотя бы одна из поверхностей заготовки обработана окончательно, то ее следует принять за технологическую и измерительную базы;

если для заготовки необходимо выдержать заданную толщину стенки, то это следует учесть при расцентровке;

за технологические базы следует принимать необработанные поверхности заготовки;

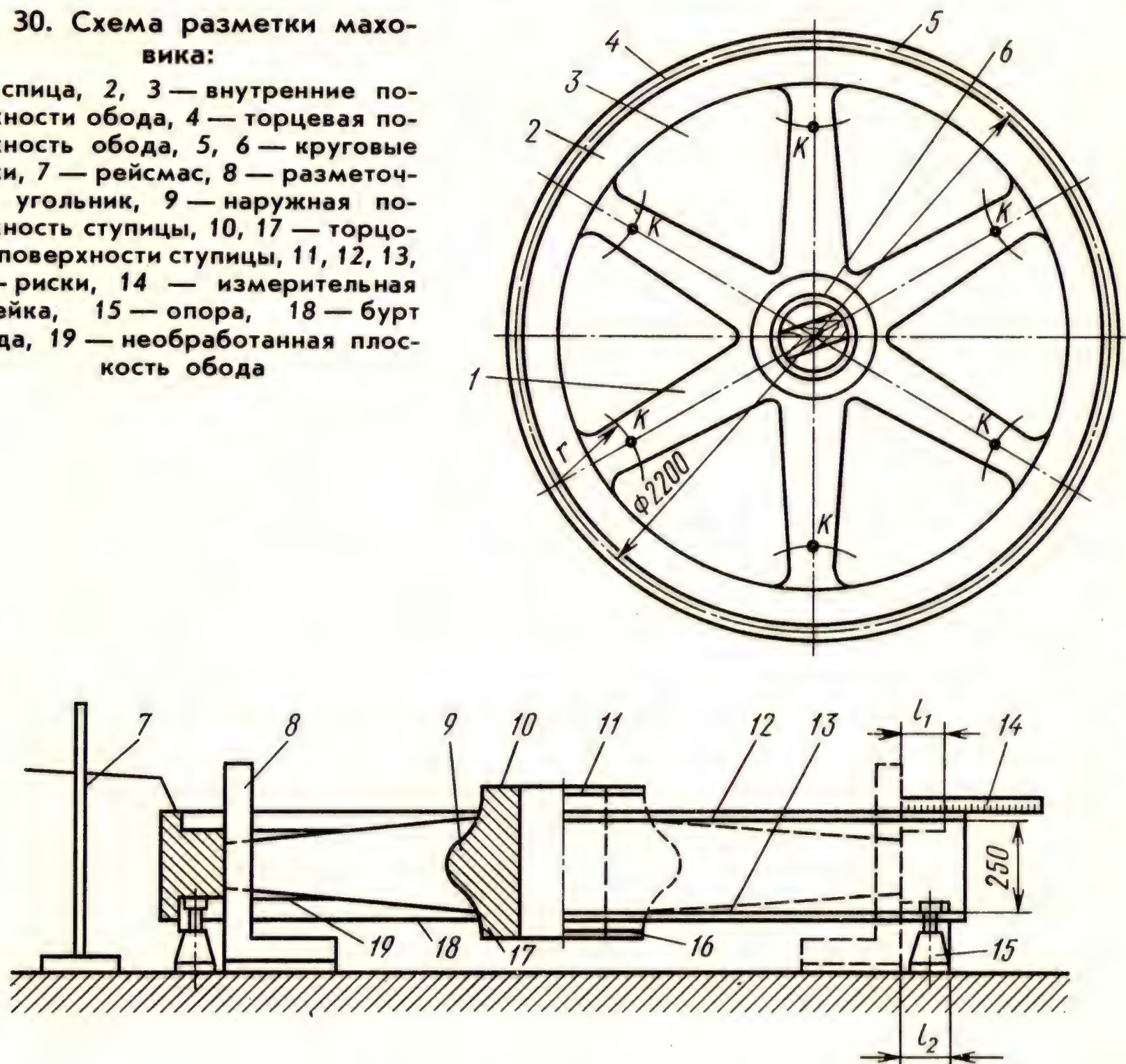
если и наружные, и внутренние поверхности заготовки не

обработаны, то за технологическую базу следует принимать наиболее точную необработанную поверхность;

если деталь имеет приливы, бобышки или отверстия, то при нанесении центровых рисок это следует учесть.

Рис. 30. Схема разметки маховика:

1 — спица, 2, 3 — внутренние поверхности обода, 4 — торцевая поверхность обода, 5, 6 — круговые риски, 7 — рейсмас, 8 — разметочный угольник, 9 — наружная поверхность ступицы, 10, 17 — торцовые поверхности ступицы, 11, 12, 13, 16 — риски, 14 — измерительная линейка, 15 — опора, 18 — бурт обода, 19 — необработанная плоскость обода



Рассмотрим пример наиболее сложной разметки. Требуется разметить отливку маховика для последующей обработки ступицы и обода (рис. 30). У маховика не обработаны спицы 1, внутренние поверхности 2 и 3 обода и наружная поверхность 9 ступицы. При разметке эти поверхности используют в качестве технологических баз. Наиболее важное значение имеют внутренняя поверхность 3 обода и поверхность спиц. Они являются самыми удаленными от оси маховика и имеют наибольшую массу, неравномерное распределение которой при вращении маховика может привести к разрушению последнего, но наиболее часто вызывает ускоренный износ подшипников вала.

Разметку ведут следующим образом:

в отверстие ступицы устанавливают центровую планку;

окрашивают места под риски;

заготовку устанавливают на подготовленные опоры 15 таким

образом, чтобы внутренняя поверхность 2 обода была параллельна разметочной плите;

с помощью разметочного угольника 8 выверяют перпендикулярность внутренней поверхности 3 обода плите;

с помощью линейки 14 проверяют размеры l_1 и l_2 , которые должны быть приблизительно равны между собой;

рейсмасом 7 на торцевых поверхностях 4 и 17 проверяют припуск;

рейсмасом контролируют смещение спиц по высоте в точках K по засечкам, образованным с помощью циркуля-центроискателя некоторым радиусом r от наружной поверхности обода;

с помощью циркуля-центроискателя находят центр O внутренней поверхности 3 обода;

проверяют положение центра O относительно поверхности обода и ступицы;

из намеченного центра O наносят круговые риски 5 и 6 для обработки обода и отверстия ступицы;

с помощью рейсмаса наносят риски 11 и 16 для обработки торцевых поверхностей ступицы;

с помощью рейсмаса наносят риски 12 и 13 для обработки торцевых поверхностей обода;

кернают полученные риски.

Если по одному чертежу требуется разметить небольшую партию заготовок, то это можно сделать, используя несложный технологический прием — предварительное вычерчивание на разметочной плите горизонтальной проекции заготовки с основными, центровыми и вспомогательными рисками. При этом плиту следует окрашивать меловым раствором, а чертилку и другие инструменты, с помощью которых наносят риски, выбирать из такого материала, который был бы мягче материала плиты, чтобы на ней после разметки не осталось царапин. Применение этого способа наиболее эффективно при разметке заготовок небольшой высоты, например колец, зубчатых секторов, рычагов, вкладышей подшипников скольжения.

Разметка по этому способу вкладыша подшипника скольжения состоит из трех операций: 1) на плите размечают контур вкладыша (рис. 31, а); 2) наносят линии $I—I$ и $II—II$, служащие для установки разметочного кубика; 3) по предварительно вычерченной на плите проекции в плане размечают всю партию вкладышей (рис. 31, б).

Для повышения точности и производительности пространственной разметки, а также упрощения работы разметчика применяют, как и при плоскостной разметке, шаблоны. Выбор конструкции последних зависит от количества размечаемых заготовок в партии и их сложности.

Наиболее простым и рациональным является применение простых шаблонов для отдельных поверхностей, взаимное рас-

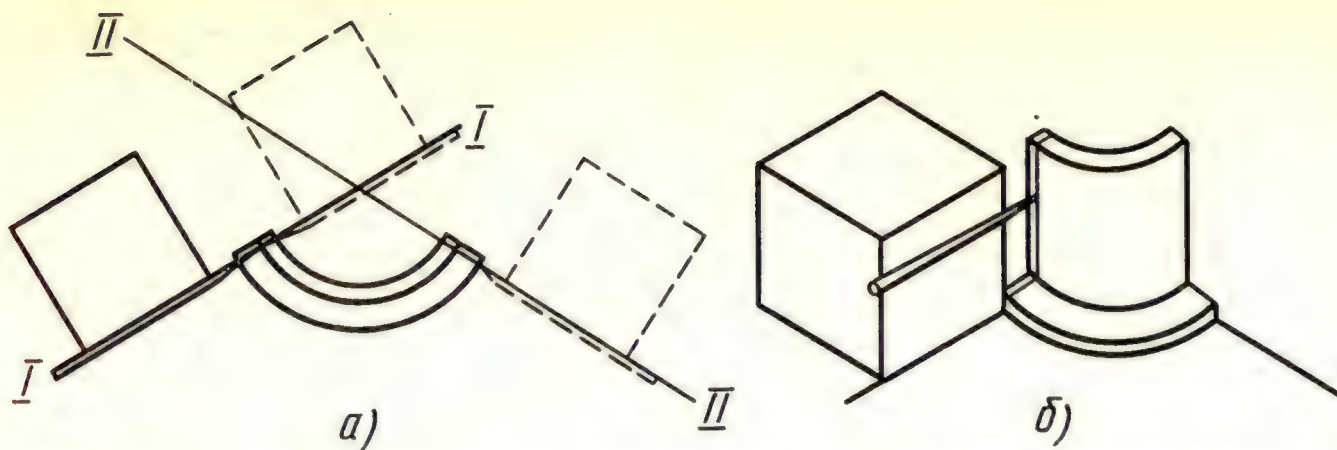


Рис. 31. Схема разметки вкладыша подшипника скольжения:
а — нанесение контура вкладыша на плиту, б — нанесение разметочных рисок на вкладыш

положение которых определяется предварительной разметкой центровых рисок.

Разметка предварительно обработанных корпусных деталей с применением простых шаблонов (рис. 32) осуществляется следующим образом:

шаблон № 1 накладывают на поверхность 1 так, чтобы его наружные контуры совпадали с контурами поверхности; имеющуюся разницу распределяют равномерно по длине и ширине поверхности 1;

размечают отверстия под винты по шаблону № 1;

наносят на приливах 2 центровую риску $I—I$ на расстоянии H от плоскости основания корпуса;

по риску $I—I$ устанавливают шаблон № 2, перемещая его вдоль риски до совпадения вырезов K и M шаблона с рисками K_1 и M_1 приливов 2;

размечают отверстия под винты по шаблону № 2;

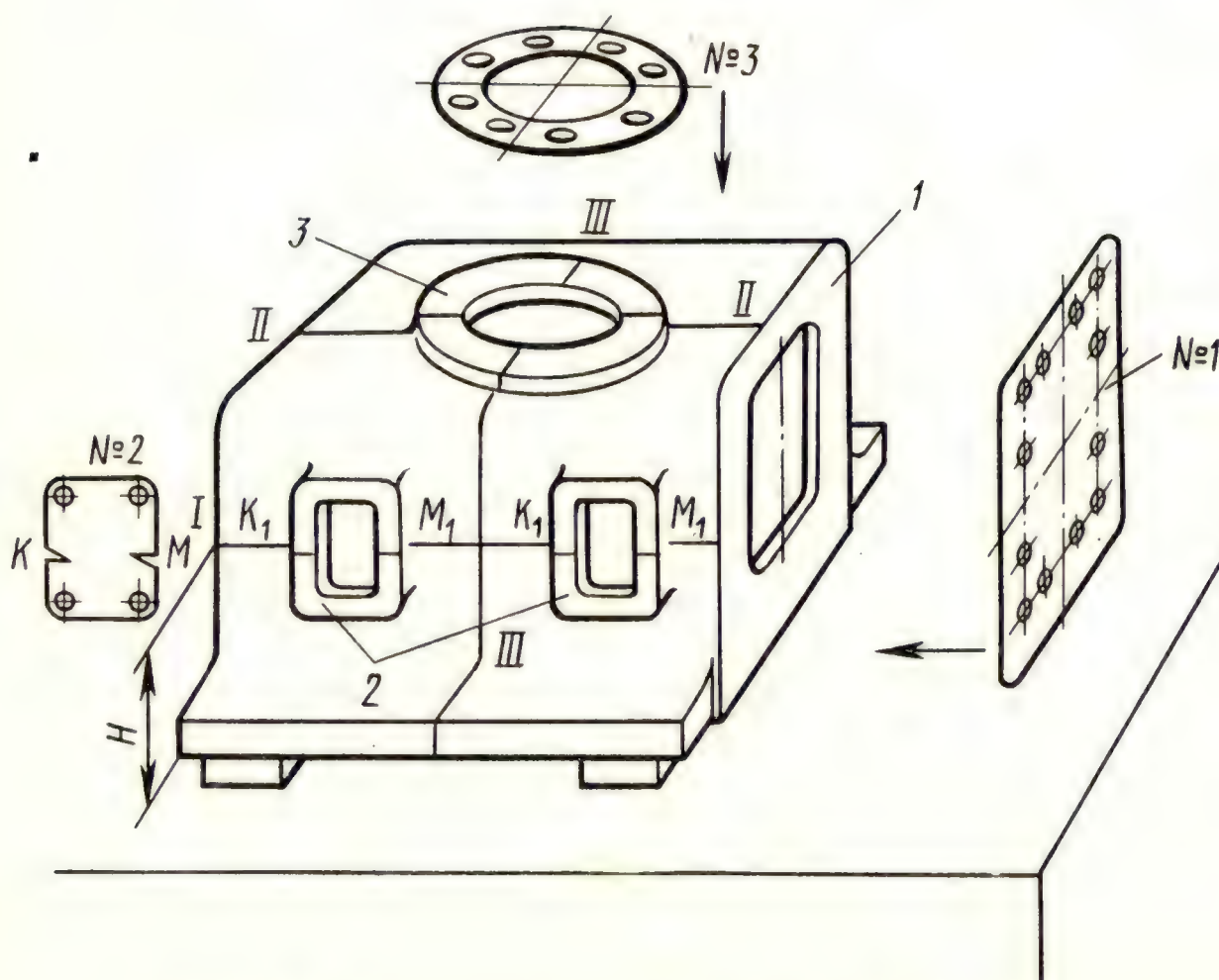


Рис. 32. Разметка корпуса по шаблонам:
1 — поверхность корпуса, 2, 3 — приливы

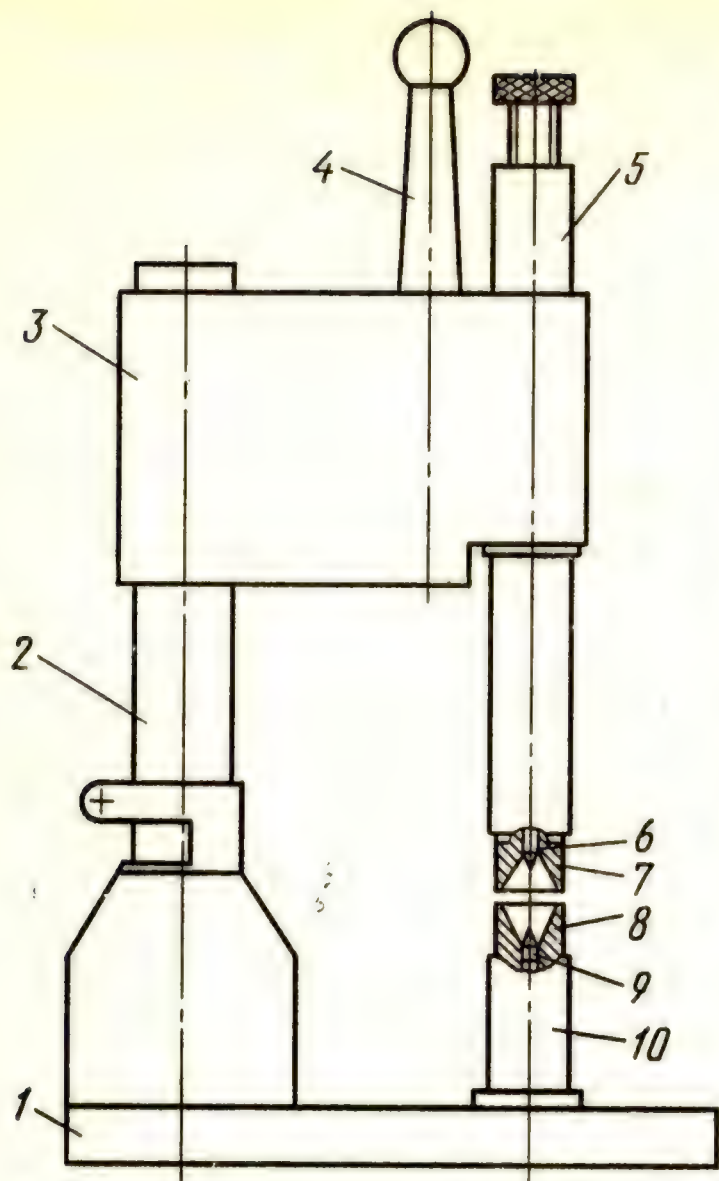


Рис. 33. Устройство для двустороннего кернения валов:

1 — основание, 2 — стойка, 3 — головка, 4 — рукоятка, 5, 10 — верхний и нижний узлы кернения, 6, 9 — кернеры, 7, 8 — центрирующие втулки

го 5 и нижнего 10. В верхнем узле кернения установлены самовозводящийся механизм ударного действия, кернер 6 и центрирующая конусная втулка 7, а в нижнем — пружина, центрирующая втулка 8 и кернер 9.

При работе устройства головка 3 с верхним узлом кернения поднимается по стойке 2 на высоту, соответствующую длине обрабатываемого вала, который устанавливается между конусными втулками 7 и 8. Поворачивая рукоятку 4 на себя, производят перемещение узла 5 вниз; при этом вал вначале центрируется в конусных втулках 7 и 8, а затем происходит взведение ударного механизма, его срабатывание и двустороннее кернение вала.

Ошибки, возникающие при пространственной разметке, вызываются целым рядом причин: погрешностью угловой установки размечаемой заготовки; погрешностью установки рейсмаса по высоте и его отклонениями при перемещении по разметочной плите; применением несовершенных методов разметки; неточностью геометрических построений; неточностью разметочных инструментов и приспособлений.

Точная разметка отличается от обычной рядом особенностей:

на приливе 3 наносят центровые риски II — II и III — III;

устанавливают шаблон № 3 на прилив 3 таким образом, чтобы центровые риски совпали с вырезами шаблона;

размечают отверстия под винты.

Весьма распространенной операцией пространственной разметки является разметка центровых отверстий на торцевых поверхностях валов. Применяемые для этой цели традиционные способы разметки с помощью рейсмаса и угольника на призме малопроизводительны, а использование кернера-центроискателя не обеспечивает ее высокой точности.

Для повышения точности и производительности этой разметки Ю. В. Козловым разработано устройство (рис. 33), обеспечивающее двустороннее кернение центров валов $\varnothing 6...20$ мм и длиной 40...200 мм. На основании 1 устройства установлена стойка 2 с головкой 3. Кернение осуществляется с помощью узлов кернения — верхнего 5 и нижнего 10.

отклонение размеров от проводимых рисок до измерительной базы не должно превышать $\pm 0,1 \dots \pm 0,02$ мм; разметка производится только по обработанной поверхности; применяемые разметочные плиты, приспособления и инструменты должны иметь повышенную точность. Точная разметка применяется при изготовлении инструментов, приспособлений и штампов.

При **организации рабочего места разметчика** рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

рабочее место должно быть максимально приближено к оборудованию, на котором будет осуществляться обработка размеченных заготовок;

разметочную плиту следует устанавливать так, чтобы было обеспечено ее естественное освещение (около окна или под потолочным фонарем);

рабочее место должно быть оснащено местным подъемно-транспортным оборудованием, необходимым при разметке крупногабаритных заготовок;

рядом с рабочим местом должна быть свободная площадь для подготовки заготовок к разметке;

для хранения инструмента и мелких приспособлений должны быть предусмотрены шкафы, а для хранения крупногабаритных приспособлений — стеллажи;

вблизи от разметочного оборудования должен находиться верстак со слесарными тисками и заточной станок.

На рис. 34 показаны две схемы рациональной организации рабочего места разметчика — при разметке мелких (рис. 34, а) и средних (рис. 34, б) заготовок.

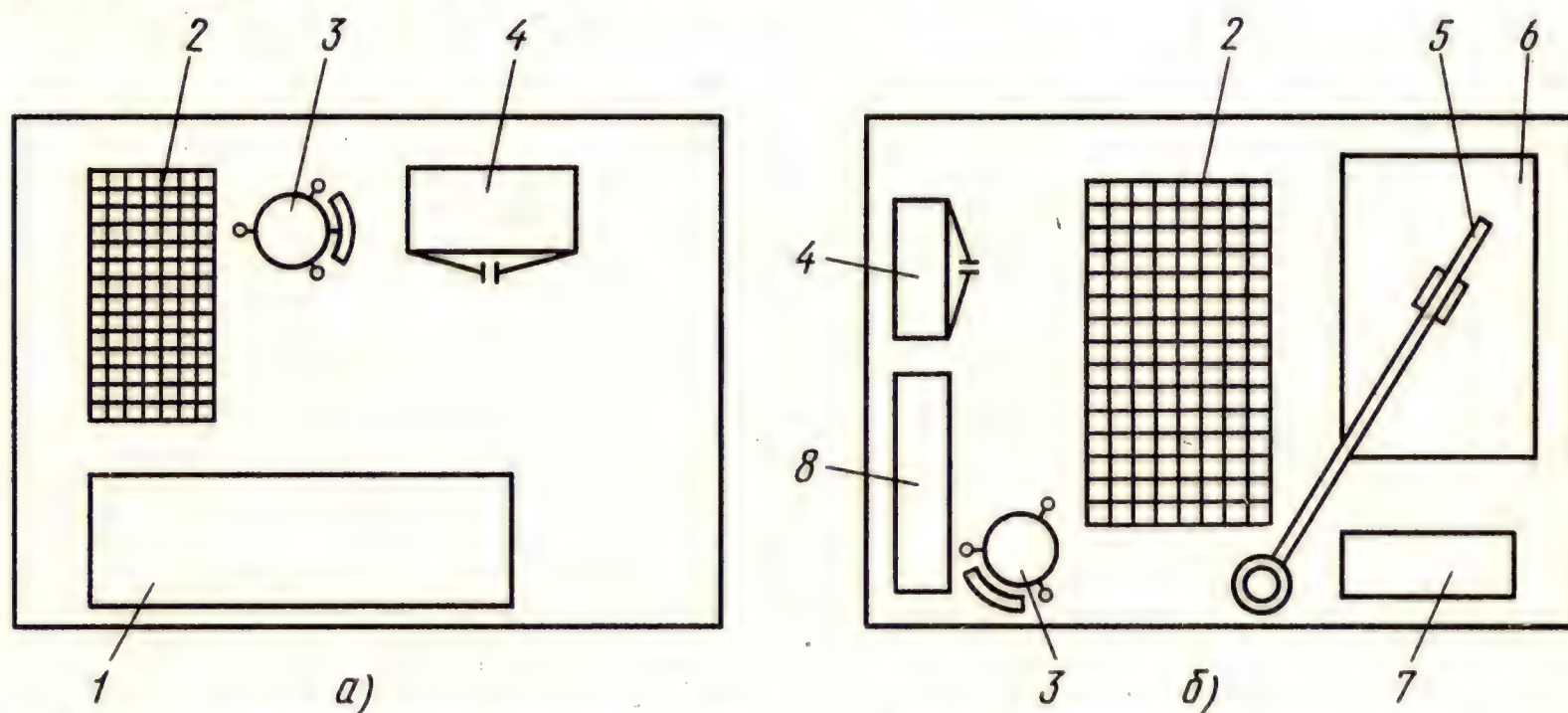
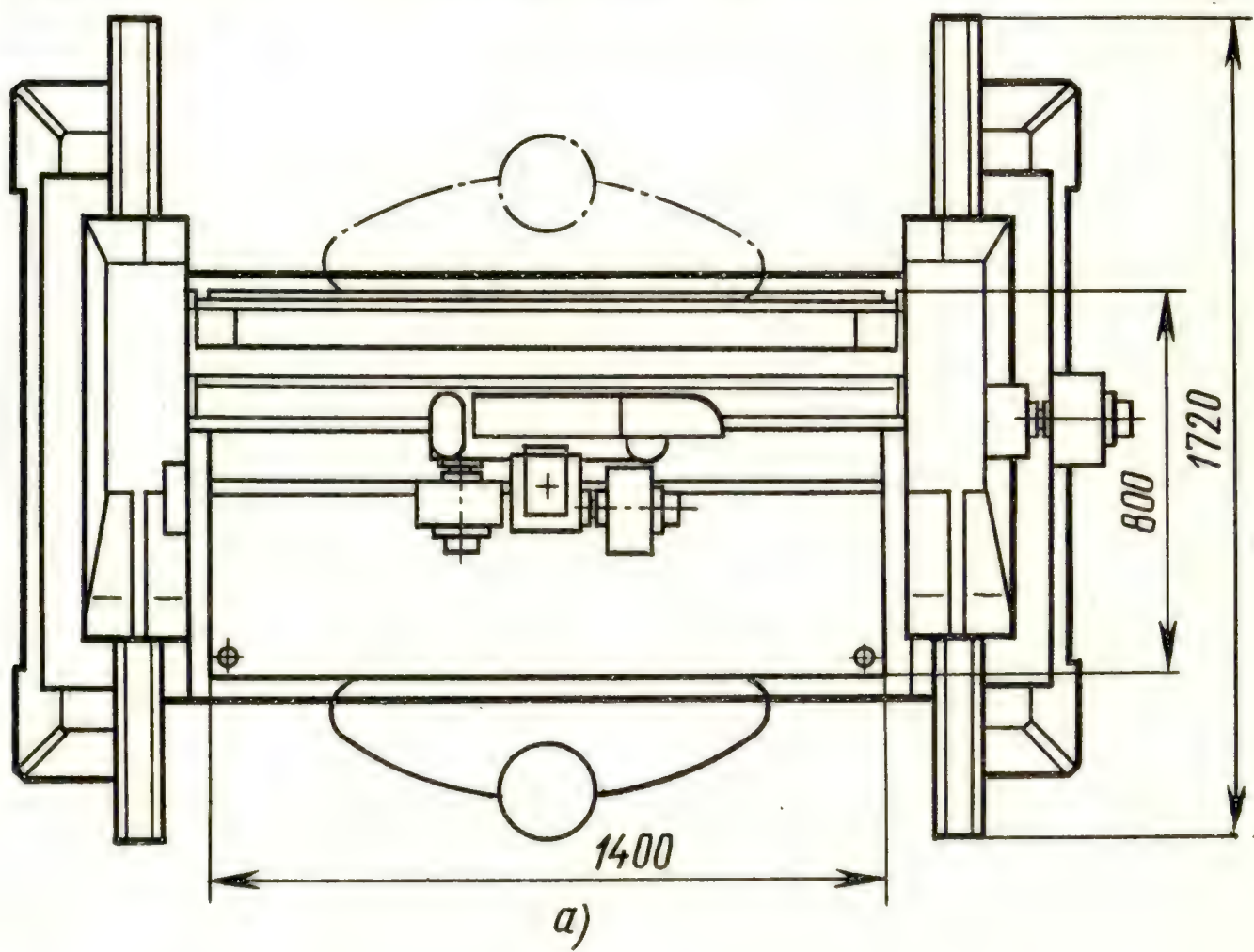
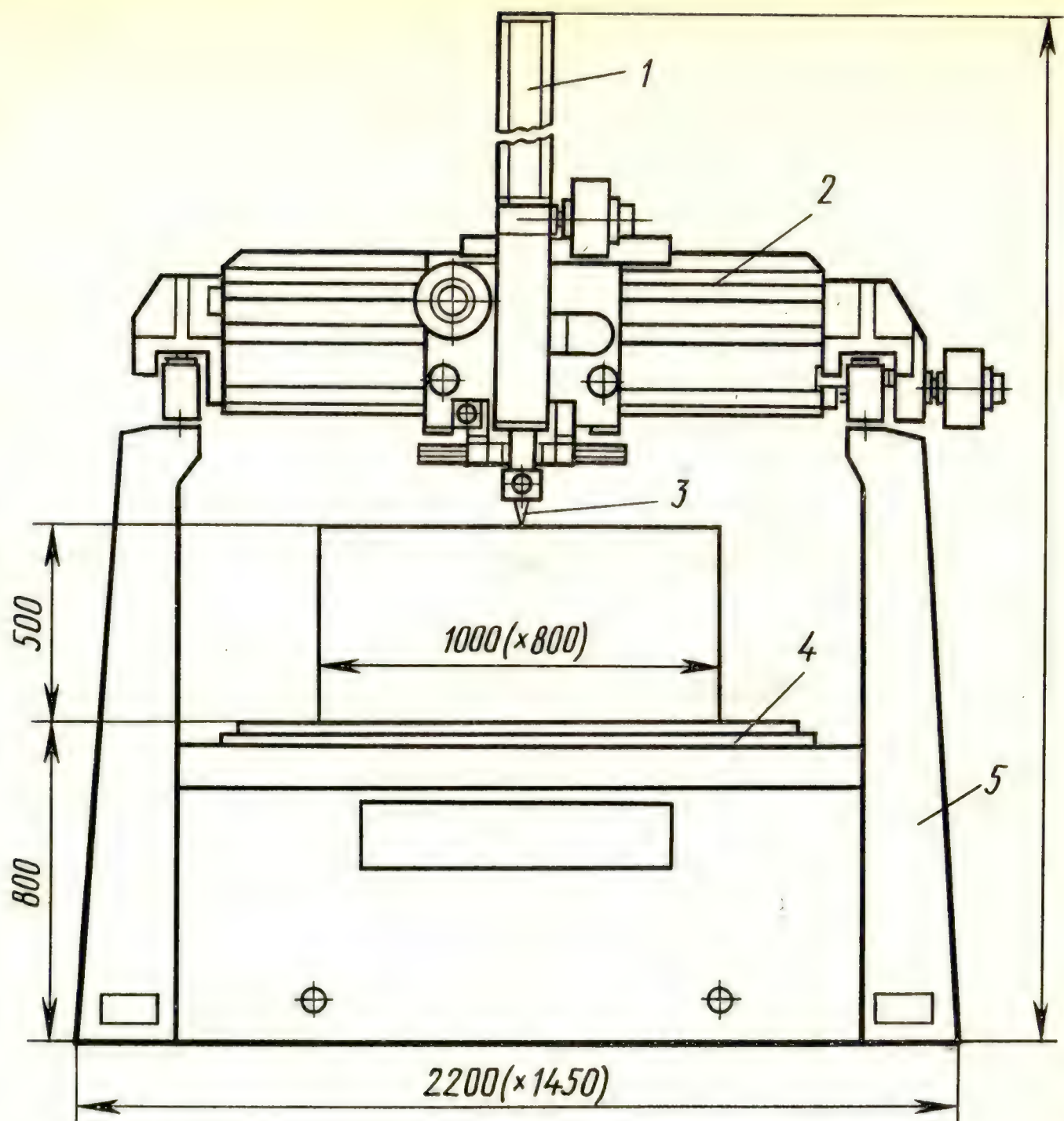


Рис. 34. Схемы организации рабочего места разметчика при разметках мелких (а) и средних (б) заготовок:

1 — стеллаж для заготовок, 2 — разметочные плиты, 3 — вращающиеся стулья, 4 — шкафы для хранения документов, 5 — поворотный кран, 6 — место для заготовок, 7, 8 — стеллажи для крупных приспособлений

§ 4. КООРДИНАТНО-РАЗМЕТОЧНЫЕ МАШИНЫ

Проверка и разметка заготовок на обычных разметочных плитах с применением штангенрейсмасов, концевых мер длины и ручного вспомогательного инструмента не соответствуют со-



временному уровню развития техники и технологии производства.

Для разметки крупных заготовок наиболее эффективно использование трехкоординатных разметочных машин с цифровой индикацией положения разметочной иглы (рис. 35, а). Измерительная головка 1 с разметочной иглой 3 может перемещаться в продольном и поперечном направлениях по траверсе 2 машины. Вертикальное перемещение иглы осуществляется с помощью специального устройства. Перемещения вдоль координатных осей могут происходить последовательно или одновременно. Точность перемещения разметочной иглы составляет $\pm 0,4$ мм; ее положение фиксируется на световом табло.

В комплект поставки к разметочным машинам обычно включают иглы-чертилки для проведения разметочных рисок, оправки для проверки отверстий и сверлильную машину (пневматическую или электрическую) для засверливания центровых отверстий.

Разметку заготовок средних и мелких корпусных деталей выполняют на координатно-разметочных машинах небольших габаритных размеров (рис. 35, б).

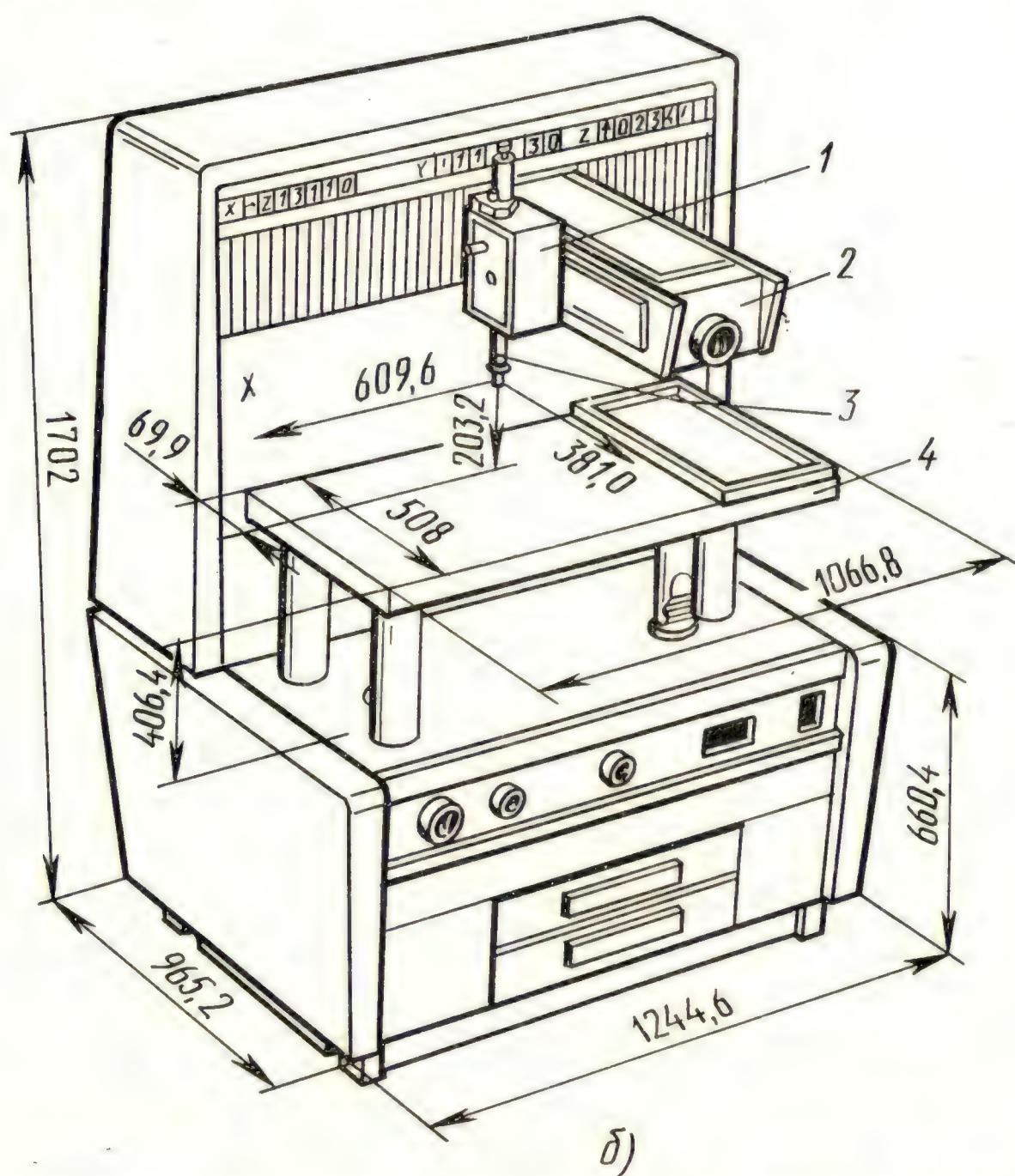


Рис. 35. Координатно-разметочные машины для разметки крупных (а), средних и мелких (б) заготовок:

1 — измерительная головка, 2 — траверса, 3 — разметочная игла, 4 — стол, 5 — стойка

Контрольные вопросы

1. Как выбрать положение заготовки при разметке?
2. Как установить на разметочной плите заготовку с обработанной поверхностью и заготовку, не имеющую такой поверхности?
3. В каких случаях производится пространственная разметка с перекантовкой заготовок?
4. В какой последовательности размечают заготовки без перекантовки?
5. Как производится разметка заготовок корпусных деталей по шаблону?
6. Как рационально организовать рабочее место разметчика?
7. В каких случаях при пространственной разметке применяют координатно-разметочные машины?

ГЛАВА 3

СБОРКА НЕРАЗЪЕМНЫХ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЕДИНЕНИЯХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Машины, приборы и механизмы собирают путем соответствующего соединения составляющих их деталей и сборочных единиц. Существует большое количество способов соединения деталей машин. Однако все применяемые соединения можно объединить в две большие группы — неразъемные и разъемные, которые, в свою очередь, могут быть как подвижными, так и неподвижными (табл. 1).

1. Классификация соединений

Конструктивные признаки	Неразъемные		Разъемные	
	неподвижные	подвижные	неподвижные	подвижные
Технологические признаки	Сварные Паяные Клеевые Заклепочные Вальцованные Прессовые	Вальцованные	Резьбовые Клиновые Шпоночные Шлицевые (зубчатые) Цилиндрические Конические Профильные	Резьбовые Шпоночные Шлицевые (зубчатые) Цилиндрические Профильные

Разъемные соединения можно многократно разбирать и вновь собирать без разрушения деталей. Разборка неразъемных соединений невозможна без разрушения соединительных элементов. В подвижных соединениях в процессе эксплуатации машины происходит изменение положения одной детали относительно другой, а в неподвижных взаимное расположение деталей остается постоянным.

§ 2. ПРЕССОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Неразъемные прессовые соединения могут быть получены следующими способами:

- продольной сборкой за счет осевого усилия (запрессовкой);
- поперечной сборкой за счет охлаждения или нагрева одной

из сопрягаемых деталей, что дает возможность их свободного соединения в процессе сборки;

комбинацией продольной и поперечной сборки, например гидропрессовой сборкой, при которой одновременно с действием осевого усилия в зону контакта сопрягаемых деталей подается под высоким давлением масло для достижения необходимой поперечной деформации.

Прочность прессового соединения зависит от многих факторов, в том числе от натяга, качества сборки и состояния сопрягаемых поверхностей.

Принцип сборки прессовых соединений основан на пластической деформации сопрягаемых деталей. Она достигается за счет создания в последних напряжений, превышающих пределы упругости их материалов. В связи с этим методом пластической деформации могут быть собраны только детали, изготовленные из пластичных материалов. В прессовых соединениях нельзя применять детали из таких хрупких материалов, как чугун, бронза и др.

Наиболее простым методом получения прессовых соединений является запрессовка деталей, которую можно производить на ручных, гидравлических и пневматических прессах. Запрессовку выполняют медленно, сначала с небольшим усилием, чтобы обеспечить правильное направление охватываемой детали в охватывающей. В конце процесса усилие увеличивают, чтобы обеспечить плотную установку охватываемой детали. При этом надо тщательно следить за тем, чтобы при запрессовке не возникло перекоса. Наибольшую производительность и наилучшее качество запрессовки на прессах удастся получить при использовании специальных приспособлений.

Если небольшие детали необходимо запрессовать в тяжелые корпусные, следует (особенно в труднодоступных местах) применять домкраты с ручным (рис. 36, а) или пневматическим приводом. В этих же случаях возможно использование специальных гидравлических (рис. 36, б) либо винтовых (рис. 36, в) приспособлений, которые, не требуя больших трудозатрат, обеспечивают плавность и надежность запрессовки.

Для уменьшения усилия при запрессовке применяют смазку, в качестве которой используют сернистый молибден, наносимый в виде порошка на поверхности сопрягаемых деталей. Применение сернистого молибдена обеспечивает при разборке прессового соединения отсутствие задиров на сопрягаемых поверхностях.

Помимо запрессовки для получения соединений с гарантированным натягом применяют метод термического воздействия на одну или обе детали соединения, нагревая охватывающую и охлаждая охватываемую деталь. В некоторых случаях возможно одновременное применение нагрева и охлаждения детали. Прочность соединения, собранного с применением теплового воздействия, в 1,5...2 раза превышает проч-

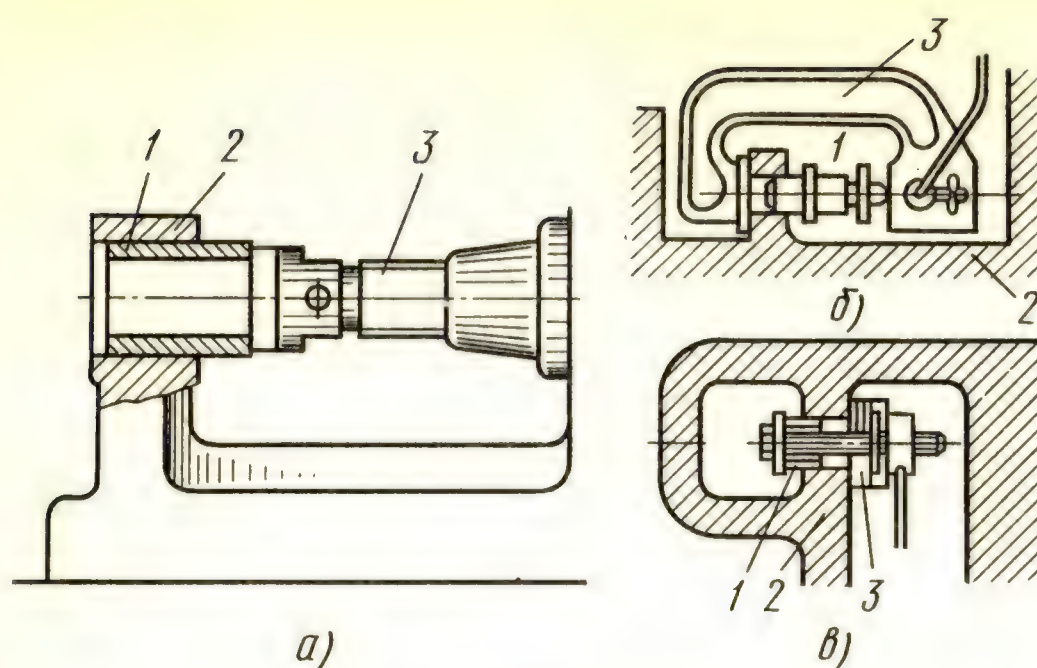


Рис. 36. Способы запрессовки деталей:
а — ручным домкратом, б, в — домкратом с гидравлическим и винтовым приспособлениями; 1 — запрессовываемая деталь, 2 — корпус, 3 — домкрат

ность соединения, собранного на прессе, так как при использовании теплового воздействия микронеровности на сопрягаемых деталях не сглаживаются и обеспечивают лучшее удерживание охватываемой детали в охватывающей. Помимо того, при использовании термического воздействия при сборке прессовых соединений требования, предъявляемые к ка-

честву обработки сопрягаемых деталей, значительно ниже, чем при сборке тех же соединений на прессе, что позволяет значительно снизить стоимость изготовления деталей.

Наиболее целесообразно применять сборку методом термического воздействия с общим и местным подогревом охватываемой детали. Этим методом пользуются при соединении деталей большого диаметра с малой площадью сопряжения.

Нагрев деталей средних и небольших размеров производят в масляных или водяных ваннах. В крупногабаритных деталях применяют местный подогрев участков, примыкающих к посадочному отверстию. Местный подогрев может быть осуществлен с помощью газовой горелки, устройств со спиралью или индуктора ТВЧ. В зависимости от требуемого натяга температура нагрева колеблется от 75 до 400 °С. При автоматической сборке нагрев деталей производится в специальных туннельных печах. Для нагрева деталей типа колец применяют специальные индукционные устройства.

Метод глубокого охлаждения имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами получения соединений с гарантированным натягом: обеспечивается высокая прочность соединения деталей; уменьшается деформация запрессовываемой детали; отсутствуют задиры, получаемые при запрессовке на прессе, и коробление, возникающее при нагреве охватываемой детали; увеличивается производительность труда. Глубокое охлаждение деталей производится в жидком азоте ($-195,6^{\circ}\text{C}$) или в твердой углекислоте ($-78,5^{\circ}\text{C}$). Жидкий кислород и жидкий воздух для этого непригодны, так как взрывоопасны.

При работе с охлаждающими средами необходимо строго соблюдать требования безопасности. Для охлаждения деталей жидким азотом применяют специальные металлические сосуды. Они имеют двойные стенки, уменьшающие интенсивность теплообмена с окружающей средой, и отверстия в крышке для

выхода газа, образовавшегося в результате испарения хладоносителя.

Охлаждение деталей, подлежащих сборке, осуществляют следующим образом:

убедившись в отсутствии на поверхностях деталей задиров и заусенцев, тщательно очищают их от грязи и масла, а затем насухо протирают;

устанавливают на деталь упор для ее последующей правильной запрессовки (если такой упор не предусмотрен конструкцией детали);

загружают детали в сосуд, используя специальные клещи (детали типа валов следует загружать вертикально); при загрузке деталей массой свыше 10 кг необходимо пользоваться специальными подъемными приспособлениями — хомутами, струпцинами, рым-болтами, облегчающими последующее извлечение деталей;

заливают в сосуд охлаждающую жидкость так, чтобы она полностью покрывала детали (уровень жидкости должен быть выше деталей на 80...100 мм; по мере испарения жидкость необходимо добавлять, поддерживая ее уровень в сосуде постоянным).

Время выдержки деталей в охлаждающей жидкости зависит от их размеров и массы. Примерное время выдержки в жидком азоте следующее: тонкостенных деталей с толщиной стенки 7...10 мм — 8...10 мин; втулок с толщиной стенки 20...30 мм — 15...20 мин; толстостенных деталей с толщиной стенки 40...50 мм — 35...40 мин.

Если выдержка деталей (при их охлаждении до температуры —195,6 °С) составляет 25...35 мин, то количество жидкого азота определяют из расчета 0,6 л на 1 кг охлаждаемых деталей. Если температура, до которой охлаждают детали, выше —195,6 °С, то количество жидкого азота определяют из того расчета, что для охлаждения 1 кг деталей на 1 °С его требуется 0,003 л.

При использовании углекислоты охлаждение производят в специальном термосе. Для улучшения условий охлаждения углекислоту помещают в жидкую среду, например в метиловый или денатурированный спирт.

При этом в сосуд сначала заливают жидкость, а потом добавляют углекислоту.

Наиболее существенным недостатком метода глубокого охлаждения является уменьшение ударной вязкости деталей, подвергшихся охлаждению, что необходимо учитывать при выборе посадок в соединениях, собираемых методом глубокого охлаждения.

Если в соединениях предусмотрены значительные натяги, то рекомендуется применение комбинированного метода — нагрев охватывающей детали и охлаждение охватываемой.

§ 3. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Общие сведения. Сварка — процесс соединения металлических деталей с использованием сил молекулярного сцепления, происходящий при сильном местном нагреве соединяемых деталей до расплавления (сварка плавлением) или пластического состояния с одновременным применением механического воздействия (сварка давлением). Затвердевший после сварки металл, соединяющий свариваемые детали, называют сварным швом.

Сварные соединения имеют преимущества, обеспечивающие их широкое применение в машиностроении; к ним относятся существенная экономия металла; значительное снижение трудоемкости процесса изготовления корпусных деталей; возможность изготовления конструкций сложной формы из отдельных деталей, полученных ковкой, прокаткой, штамповкой. Наряду с этим сварным соединениям присущ и ряд недостатков: появление остаточных напряжений по окончании процесса сварки; коробление деталей в процессе сварки; плохое восприятие знакопеременных нагрузок, особенно вибраций; сложность и трудоемкость контроля.

Из всего разнообразия методов сварки в сборочных работах применяют ручную дуговую сварку плавящимся электродом, стыковую, шовную и точечную сварку.

При ручной дуговой сварке (рис. 37, а) кромки соединяемых деталей расплавляются электрической (вольтовой) дугой, образующейся между электродом и свариваемым металлом. Перемещение электрода вдоль шва осуществляют вручную. При сварке плавящимся электродом последний, расплавляясь, служит дополнительным материалом, заполняющим сварной шов.

Стыковая, точечная и шовная сварка

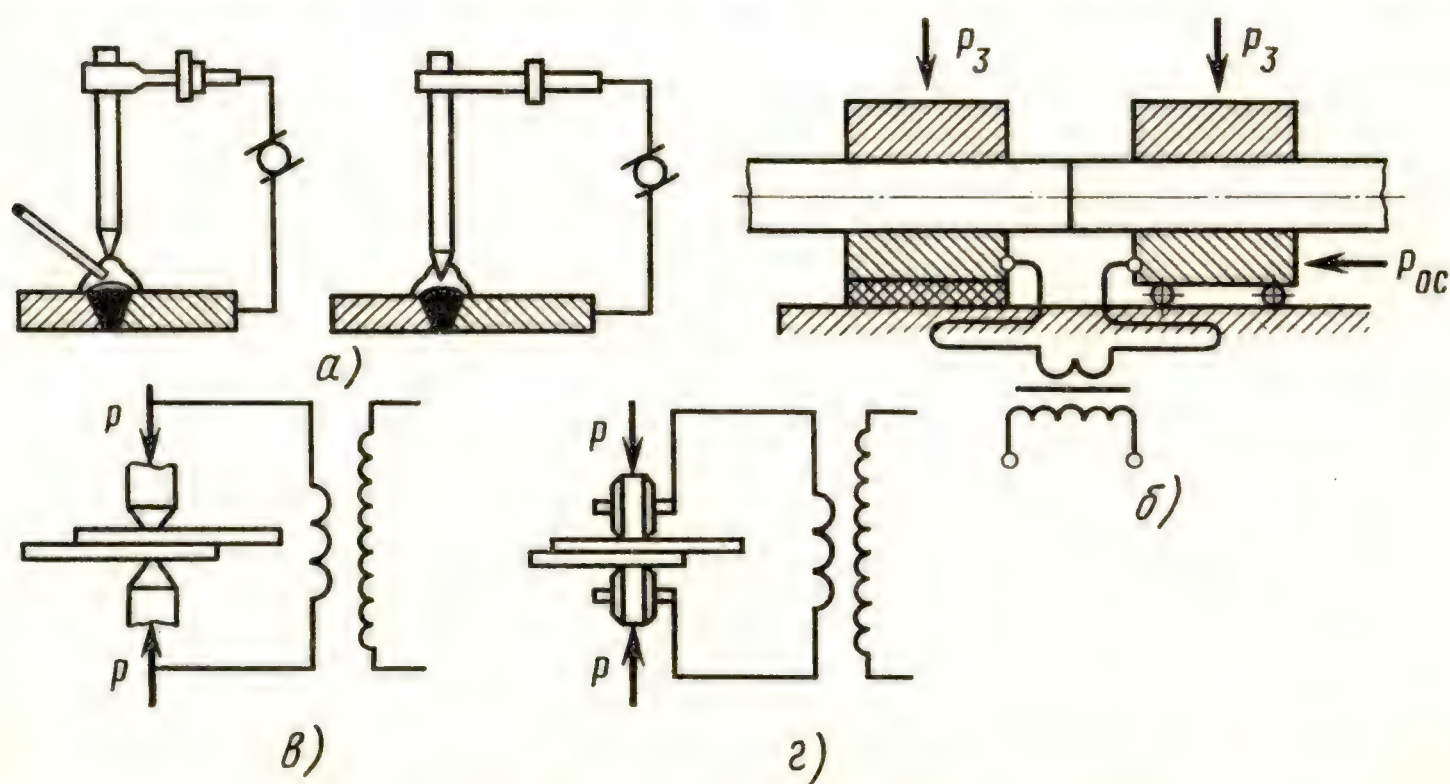


Рис. 37. Схемы основных видов сварки:

а — дуговой, б — стыковой, в — точечной, г — шовной; P — усилие прижима электродов, P_3 — усилие закрепления заготовки, $P_{ос}$ — осевое усилие

(рис. 37, б...г) относятся к методам контактной сварки. Шовную и точечную сварку применяют для соединения тонкостенных деталей.

В зависимости от взаимного расположения соединяемых деталей различают стыковые, нахлесточные, с накладками, угловые и тавровые сварные швы (рис. 38, а...д). Из всех видов сварных соединений наиболее распространенными являются соединения со стыковыми швами. Конструкции, выполненные с помощью этих соединений, по параметрам аналогичны литым. В зависимости от формы подготовленных кромок на деталях различают V-, X- и К-образные стыковые швы (рис. 39).

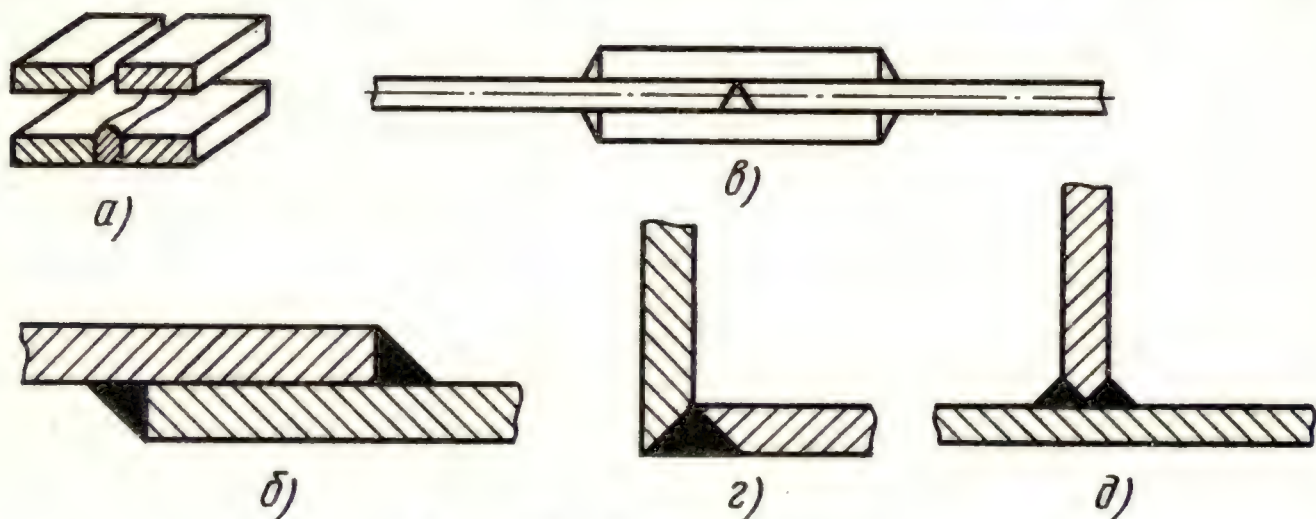


Рис. 38. Сварные швы:
а — стыковой, б — нахлесточный, в — с накладками, г — угловой, д — тавровый

Подготовка кромок	Швы	
	односторонний	двусторонний

Рис. 39. Типы стыковых швов и их условные обозначения

По характеру выполнения эти швы могут быть односторонними с подваркой с другой стороны, односторонними со стальными приваренными или медными съемными прокладками с другой стороны, двусторонними.

Угловые швы различают в зависимости от формы подготовленных кромок: без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок. По характеру выполнения они могут быть одно- и двусторонними.

Оборудование для зачистки кромок, швов и отделки сварных соединений. В процессе изготовления сварных соединений целый

ряд операций связан с подготовительными работами перед сваркой, специальными работами непосредственно в процессе сварки и работами по отделке сварных соединений. К этим операциям соответственно относятся зачистка кромок перед сваркой, разделка дефектных мест, зачистка сварных швов и основного металла после сварки.

Все эти операции выполняют с использованием соответствующего оборудования. Наиболее широко применяют ручной механизированный инструмент, у которого главное движение осуществляется с помощью двигателя, а вспомогательные движения и управление инструментом — вручную. По виду привода различают электрический и пневматический ручной механизированный инструмент, по характеру главного движения — инструмент с возвратно-поступательным и вращательным движением. В инструменте второго вида для выполнения рабочих операций применяют абразивные круги, проволочные щетки или напильники.

Прямая пневматическая шлифовальная машина, у которой ось шпинделя соосна с валом двигателя (рис. 40), состоит из корпуса 3 с вмонтированным в него пневматическим ротационным двигателем, рукоятки 5 с пусковым механизмом и плоского шлифовального круга 6, расположенного на шпинделе 1 и закрытого кожухом 2. Пуск машины осуществляется нажатием на курок 4 пускового механизма, при этом открывается доступ воздуха к ротационному двигателю.

Угловая пневматическая шлифовальная машина отличается от описанной выше тем, что ее шпиндель расположен под углом 90° к основной рукоятке. Это приводит к необходимости использования в приводе конической зубчатой передачи.

Помимо прямых и угловых применяют и торцевые пневматические шлифовальные машины, оснащенные чашечными шлифовальными кругами и работающие торцом круга, а не его периферией, как прямые и угловые машины.

В тех случаях, когда отсутствует централизованная система сжатого воздуха, применяют электрические шлифовальные машины или шлифовальные головки, связанные с расположенным отдельно приводом электродвигателя с помощью гибкого вала.

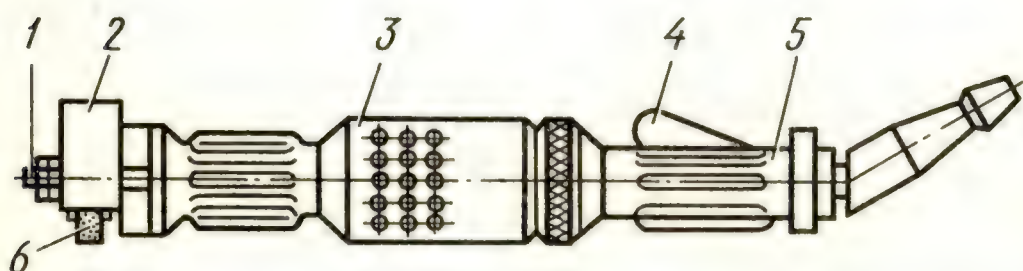


Рис. 40. Пневматическая ручная шлифовальная машина:

1 — шпиндель, 2 — кожух, 3 — корпус, 4 — курок пускового механизма, 5 — рукоятка, 6 — шлифовальный круг

Пневматический инструмент более удобен в применении, так как его включают непосредственно в цеховую магистраль сжатого воздуха. При использовании электрического инструмента, который в целях безо-

пасности рассчитан на напряжение 36 В, необходимо применять понижающие трансформаторы и преобразователи частоты. Кроме того, электрический инструмент имеет бóльшую массу на единицу мощности по сравнению с пневматическим. К преимуществам электрического инструмента относится то, что он потребляет меньшую мощность и имеет больший КПД. Значение последнего для электроинструментов составляет 0,4...0,6, а для пневмоинструментов — 0,07...0,11.

Для очистки поверхности от загрязнения, ржавчины, окалина используют щетки из пружинной проволоки $\varnothing 0,3...0,5$ мм, которые устанавливают на зачистных пневматических машинах, аналогичных в основном шлифовальным.

Для очистки сварных швов и прилегающей к ним зоны основного материала соединяемых деталей от шлака и брызг расплавленного металла применяют ручной пневматический молоток (рис. 41), состоящий из ствола 8, ударника 7, воздухораспределительного устройства 5 и пускового устройства 3 с рукояткой 1. В корпус пускового устройства вмонтированы клапан 4 и штуцер 2, в конце ствола запрессована концевая втулка 10, в которую входит хвостовик 9 зубила. Возвратно-поступательное движение ударника осуществляется при поочередной подаче воздуха в полости цилиндра по каналам воздухораспределительного устройства и ствола. Подача воздуха в полости цилиндра переключается автоматически с помощью золотника 6. Частота ударов зубила составляет 2800...3000 в минуту. Если заменить зубило на чекан, молоток может быть использован для проковки швов.

Для гашения вибраций при использовании молотка применяют специальные защитные рукоятки, изолированные от корпуса кольцами и амортизаторами, а для снижения шума служит глушитель. В целях предупреждения вылета инструмента при холостых ходах (как и во всех инструментах ударного действия) предусмотрено специальное устройство.

Оборудование для сборки. Для качественной сборки сварных соединений требуется правильная взаимная установка и закрепление составляющих их деталей. С этой целью применяют

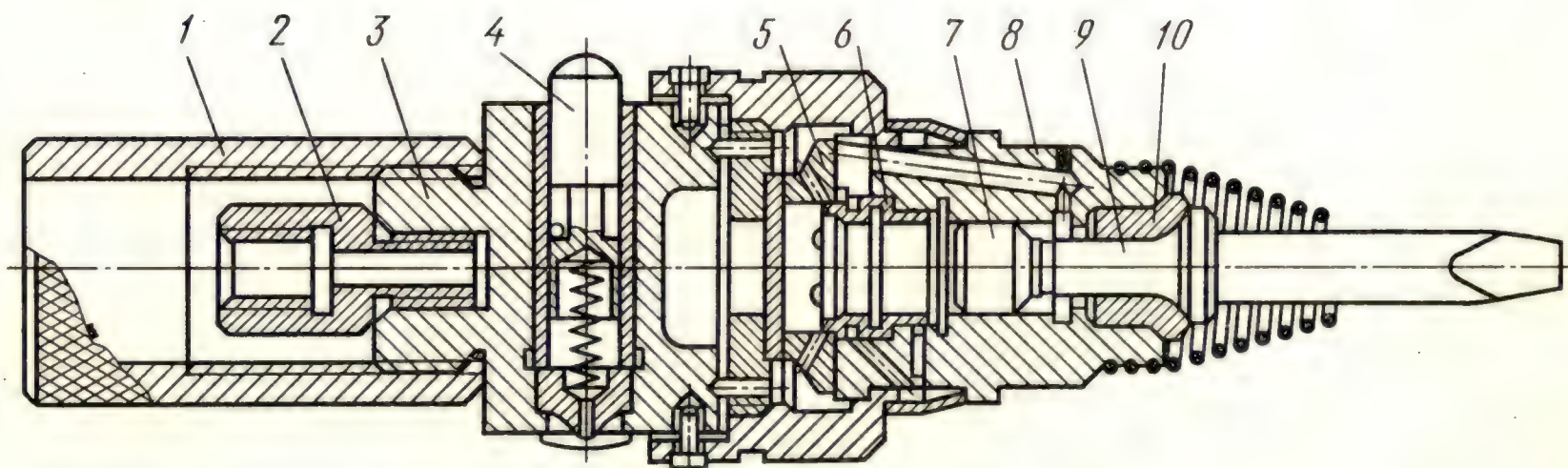


Рис. 41 . Ручной пневматический молоток:

1 — рукоятка, 2 — штуцер, 3, 5 — пусковое и воздухораспределительное устройства, 4 — клапан, 6 — золотник, 7 — ударник, 8 — ствол, 9 — хвостовик зубила, 10 — втулка

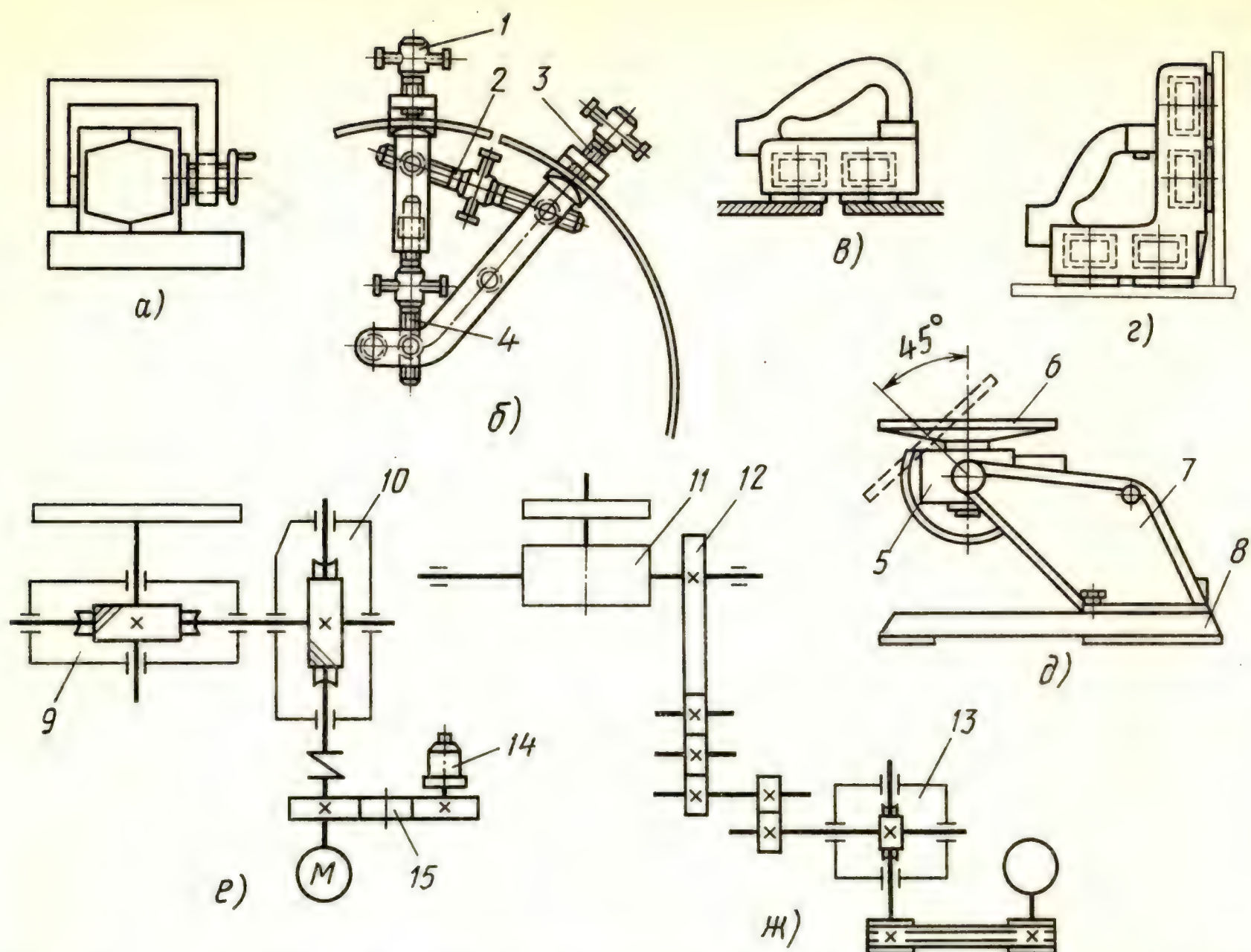


Рис. 42. Переносные сборочные приспособления для фиксации изделий при сварке:

а — струбцина, б — винтовая стяжка, в, г — магнитные фиксаторы соответственно для фиксации зазора и сборки угловых и стыковых соединений, д — манипулятор, е, ж — кинематические схемы механизмов вращения и наклона манипулятора; 1, 3 — винтовые струбцины, 2, 4 — винты, 5, 11 — поворотные столы, 6 — планшайба, 7 — корпус, 8 — опора, 9, 10, 13 — червячные редукторы, 12 — зубчатый сектор, 14 — тахогенератор, 15 — зубчатые колеса

различные сборочные приспособления — переносные и стационарные.

Переносные сборочные приспособления, к которым относятся струбцины, стяжки, распорки, сборочные кольца, домкраты, приспособления с магнитами и др., применяют, как правило, в условиях мелкосерийного или единичного производства.

Струбцины (рис. 42, а) используют для соединения двух или более деталей между собой или для установки и закрепления деталей в определенном положении.

Стяжки обеспечивают правильное взаимное расположение кромок соединяемых деталей. Винтовая стяжка (рис. 42, б) состоит из двух винтовых струбцин 1 и 3, соединенных винтами 2 и 4, каждый из которых имеет правую и левую резьбу. Струбцины закрепляют на кромках соединяемых деталей, после чего винтом 4 выравнивают кромки, а винтом 2 стягивают детали соединения для обеспечения необходимого при сварке зазора.

Распорки предназначены для выравнивания кромок собира-

емых изделий. Винтовая распорка состоит из двух винтов с правой и левой резьбой и предназначена для исправления формы сварного соединения путем создания давления в различных сечениях обечайки. Кольцевая винтовая распорка разжимает обечайку в нескольких точках, равномерно расположенных по окружности. Винтовые домкраты применяют при сборке для точной установки тяжелых деталей и их закрепления.

Электромагнитные фиксаторы используют для выравнивания кромок при стыковой сварке и фиксации зазоров между кромками свариваемых деталей (рис. 42, в), а также для сборки перед сваркой деталей угловых и стыковых соединений (рис. 42, г).

Для установки свариваемых изделий в положение, удобное для сварки, применяют различное оборудование, в том числе и манипуляторы.

К стационарным сборочным приспособлениям относится манипулятор (рис. 42, д), состоящий из корпуса 7, установленного на опорах 8, поворотного стола 5 с планшайбой 6 и механизма вращения. Внутри корпуса находится механизм наклона. Кинематические схемы механизмов вращения и наклона манипулятора показаны на рис. 42, е, ж. Механизм вращения приводится в движение от асинхронного электродвигателя М, который связан через зубчатые колеса 15 и червячные редукторы 9 и 10 с тахогенератором 14.

Механизм наклона также приводится в движение от электродвигателя М через ременную передачу, червячный редуктор 13 и зубчатый сектор 12, который поворачивает стол 11 манипулятора на заданный угол. В крайних положениях механизм наклона отключается автоматически с помощью конечных выключателей.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях возможно применение метода пластической деформации?
2. Почему соединения деталей путем нагрева целесообразно применять, когда длина сопряжения значительно меньше его диаметра?
3. Какие методы нагрева используют для получения соединений с гарантированным натягом?
4. В какой последовательности осуществляется глубокое охлаждение деталей перед сборкой?
5. Почему нельзя соединять сваркой тонкостенные детали?

ГЛАВА 4

СБОРКА РАЗЪЕМНЫХ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Резьбовые соединения являются самыми распространенными и осуществляются крепежными деталями с помощью резьбы. Основными крепежными деталями резьбового соединения являются болты, винты, шпильки и гайки.

Б о л т — это стержень с резьбой для гайки на одном конце и головкой на другом. Болтами скрепляют детали относитель-

но небольшой толщины, а также изготовленные из материалов, не обеспечивающих требуемую надежность резьбы, например из мягких металлов (медь, алюминий), пластических масс.

В и н т — это стержень, обычно с головкой на одном конце и резьбой на другом, которым он ввинчивается в одну из соединяемых деталей. Винты применяют, когда одна из деталей соединения имеет относительно большую толщину или отсутствует место для расположения гаек, а также при необходимости уменьшения массы резьбового соединения.

Ш п и л ь к а — это стержень с резьбой на обоих концах; одним концом его ввинчивают в одну из соединяемых деталей, а на другой конец навинчивают гайку. Шпильки применяют вместо винтов в тех случаях, когда материал скрепляемых деталей с наружным отверстием не обеспечивает требуемой долговечности резьбы при частых сборках и разборках соединения.

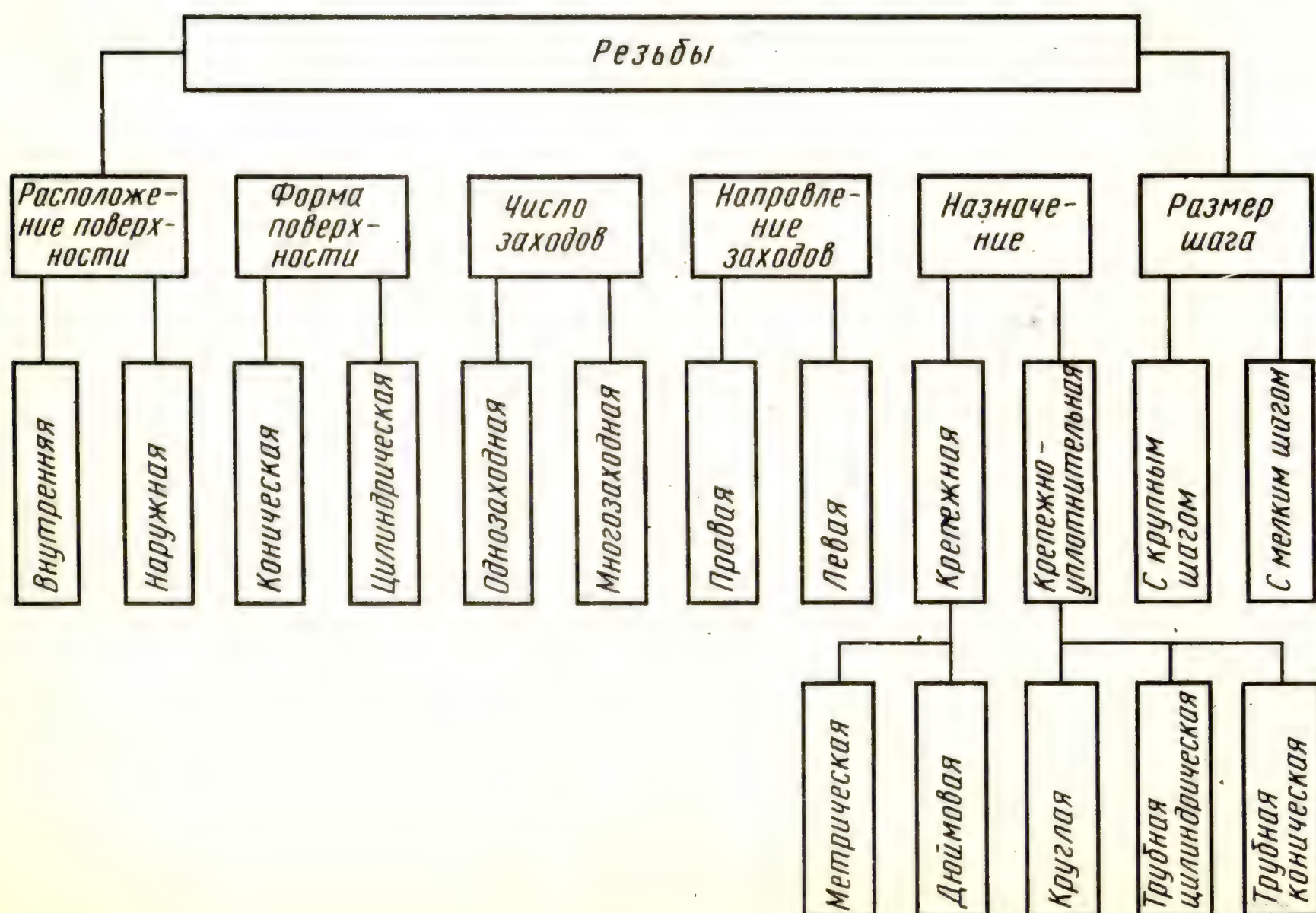
Г а й к а — деталь с резьбовым отверстием, навинчиваемая на болт или шпильку и служащая для силового замыкания соединяемых с помощью болта или шпильки деталей. В резьбовых соединениях применяют также шайбы и гаечные замки.

Ш а й б ы представляют собой подкладки, помещаемые под гайку, головки винтов и болтов и служащие в основном для увеличения опорной поверхности.

Г а е ч н ы е з а м к и применяют для предотвращения самоотвинчивания гаек и винтов.

Все разновидности резьб, применяемых в соединениях, можно классифицировать по соответствующим признакам (см. ниже).

Классификация резьб



§ 2. СБОРКА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

К резьбовым соединениям предъявляют следующие технические требования:

детали соединения должны быть хорошо пригнаны друг к другу;

оси резьбовых деталей должны быть перпендикулярны плоскостям деталей соединения;

размеры поперечного сечения и длина всех винтов, болтов и шпилек одного соединения должны быть одинаковыми;

гайки, головки болтов и винтов в соединении должны иметь одинаковую высоту;

концы болтов и шпилек должны выходить из гаек на одинаковую величину;

головки утопленных болтов и винтов не должны выступать из деталей соединения;

шайбы должны быть ровными и не иметь перекоса;

головки винтов и болтов не должны быть скручены, а их грани смяты;

прорези на головках винтов не должны быть смяты;

резьба резьбовых деталей не должна иметь сорванных ниток;

торцевые поверхности шайб, гаек, головок винтов и болтов должны быть гладкими.

Технологический процесс сборки болтового (винтового) соединения аналогичен процессу сборки любого резьбового соединения, состоящему из следующих основных этапов:

подача деталей на сборку;

установка резьбовых деталей и их предварительное ввертывание;

подвод, установка инструмента и затяжка деталей резьбового соединения;

шплинтовка или другая операция, предотвращающая самопроизвольное отвинчивание деталей.

Отверстия в сопрягаемых деталях под установку болтов сверлят по разметке или кондуктору, причем оси отверстий под болты в сопрягаемых деталях должны совпадать. При одноболтовых соединениях допускается несовпадение осей отверстий под болты в сопрягаемых деталях, но не более чем на 0,15 мм на каждые 10 мм диаметра болта для ответственных соединений и не более чем на 0,4 мм — для обычных соединений. Хорошие результаты удается получить в отношении соосности отверстий под болты в соединениях деталей, если в качестве кондуктора использовать одну из этих деталей. В этом случае деталь, используемую в качестве кондуктора, с помощью трубки соединяют с другой деталью соединения. Затем сверлят наиболее удаленные друг от друга отверстия и в них вставляют временные монтажные болты. После этого трубки снимают,

сверлят остальные отверстия, все просверленные отверстия развертывают и собирают соединение.

Технологический процесс сборки шпилечного соединения. При сборке шпилечного соединения в одну из соединяемых деталей ввинчивают шпильку, затем на нее накладывают вторую деталь соединения и навинчивают гайку. Крутящий момент, прикладываемый к гайке, частично передается на шпильку. Для того чтобы обеспечить неподвижность шпильки при затягивании гайки, ее необходимо ввернуть в деталь плотно и до конца. Поэтому в шпилечном соединении следует обеспечить натяг между шпилькой и деталью, в которую она ввинчена.

Завинчивание шпилек — это наиболее сложная и трудоемкая операция, которая может быть выполнена двумя способами:

1) на свободный резьбовой конец шпильки навинчивают две гайки, а затем, вращая с помощью ключа верхнюю гайку, ввинчивают шпильку в гнездо (недостатком этого сравнительно простого способа является ослабление посадки шпильки в резьбовом отверстии при свинчивании гаек);

2) на конец шпильки свободно навинчивают специальное приспособление — солдатик, которое представляет собой высокую шестигранную гайку, стопорящуюся на конце шпильки специальным винтом, диаметр которого меньше диаметра шпильки.

В тех случаях, когда производится установка большого количества шпилек, целесообразно механизировать этот процесс, для чего используют электрический или пневматический механизированный ручной инструмент (рис. 43). На шпильку навинчивают сменную гайку 1. Надевают шпильковерт на гайку так, чтобы шарик 2 касался ее. При ввертывании шпильки шарик 2 поднимается вверх до упора в пяту 3, а при контакте с пятой начинает пробуксовывать. Шпильковерт в этом случае следует включить на обратный ход. Хвостовик 4 служит для соединения шпильковерта с электрическим или пневматическим механизмом. Наличие на хвостовике шпильковерта шести граней позволяет производить завинчивание шпилек вручную.

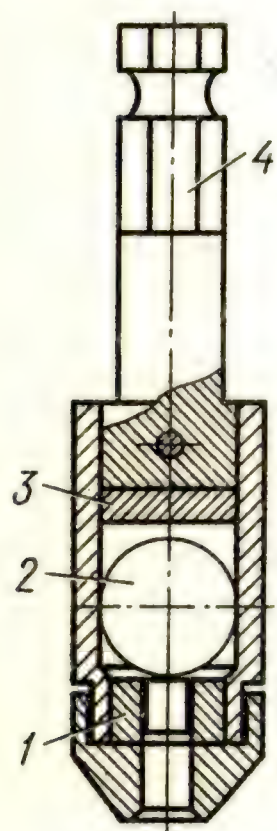


Рис. 43. Инструмент для завинчивания шпилек:

1 — сменная гайка, 2 — шарик, 3 — упорная пятя, 4 — хвостовик

Надевают шпильковерт на гайку так, чтобы шарик 2 касался ее. При ввертывании шпильки шарик 2 поднимается вверх до упора в пяту 3, а при контакте с пятой начинает пробуксовывать. Шпильковерт в этом случае следует включить на обратный ход. Хвостовик 4 служит для соединения шпильковерта с электрическим или пневматическим механизмом. Наличие на хвостовике шпильковерта шести граней позволяет производить завинчивание шпилек вручную.

При установке шпилек могут возникнуть различные погрешности их расположения относительно соединяемых деталей. Появление этих погрешностей обусловлено различными причинами.

1. Отклонение от перпендикулярности оси шпильки плоскости соединяемых деталей возникает, как правило, из-за недостаточно точной обработки отверстия под резьбу. Вследствие этого сверление отверстий и нарезание в них резьбы следует выполнять с помощью кондуктора на станке.

2. Несовпадение осей шпилек и отверстий наиболее часто встречается при сборке групповых резьбовых соединений. Этот дефект является

следствием перекоса резьбы шпильки или отверстия. В этом случае выправлять шпильку не рекомендуется, так как это неизбежно приведет к ее поломке. Шпильку следует вывернуть и нарезать резьбу заново. При больших перекосах, как исключение, допускается рассверливание отверстия и нарезание новой, более точной резьбы большего диаметра.

3. Шпилька недовернута (ее выступающая часть длиннее, чем требуется), но дальше в резьбовое отверстие не вворачивается. В этом случае шпильку нужно вывернуть, резьбу на шпильке и в резьбовом отверстии «прогнать» плашкой и метчиком, а если это не дает положительных результатов, то шпильку следует заменить на другую с меньшим средним диаметром резьбы.

4. Шпилька ввернута слишком глубоко. В этом случае вывинчивать ее до достижения заданной длины выступающей части не допускается, так как это ослабляет посадку шпильки в резьбовом отверстии. Шпильку следует вывернуть совсем и заменить на другую с большим средним диаметром резьбы.

5. Шпилька сидит в резьбовом отверстии недостаточно плотно и при отвинчивании гайки вывинчивается из гнезда. В этом случае ее необходимо вывинтить и заменить на другую с большим средним диаметром резьбы.

Если при сборке шпилечного соединения шпилька сломалась в резьбовом отверстии, то она может быть извлечена из него несколькими способами:

если сломанная часть шпильки выступает над поверхностью детали, следует запилить грани на выступающей части и извлечь шпильку с помощью разводного ключа;

если сломанная часть не выступает над поверхностью детали, следует извлечь шпильку, пользуясь специальными приспособлениями — бором (рис. 44, а) или экстрактором (рис. 44, б);

обломок шпильки может быть удален методом электроискрового сверления на специальной установке;

если базовая деталь изготовлена из алюминия, то для удаления обломка можно использовать метод травления азотной кислотой, с которой алюминий взаимодействует слабо.

Инструменты, применяемые при сборке резьбовых соединений. Для сборки и разборки резьбовых соединений применяют ручной и механизированный инструмент. Основным ручным инструментом являются гаечные ключи.

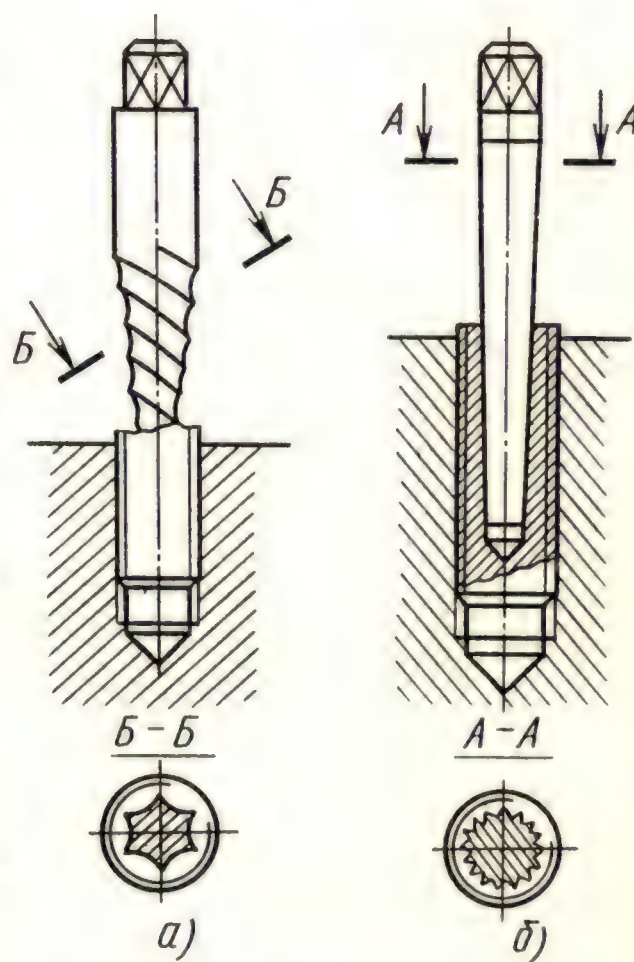


Рис. 44. Инструмент для извлечения сломанных шпилек:
а — бор, б — экстрактор

Во многих случаях надежность и долговечность резьбовых соединений зависят от их правильной затяжки в процессе сборки. В этих случаях устанавливают обязательные регламентируемые моменты затяжки. Наиболее просто требуемое усилие затяжки можно выдержать при применении специальных крепежных деталей со встроенными индикаторами усилия затяжки. При затяжке выступы индикаторной шайбы 1 (рис. 45) упираются в обычную шайбу 2 и, расплющиваясь, заполняют зазор между шайбами, что обеспечивает заданное усилие затяжки при заполнении зазора.

Однако наиболее часто при затяжке резьбовых соединений применяют специальные ключи с регулируемым крутящим моментом. Такой ключ (рис. 46) состоит из кулачка 1 и вставленного в него сменного торцевого ключа 5. При предельном усилии шарик 4 отжимается кулачком, давит на

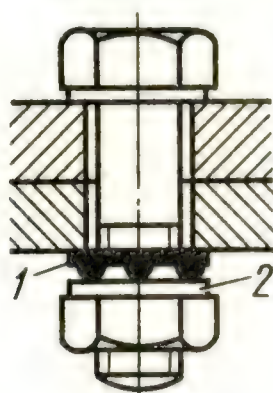


Рис. 45. Крепежная деталь с индикатором усилия затяжки:

1 — индикаторная шайба, 2 — обычная шайба

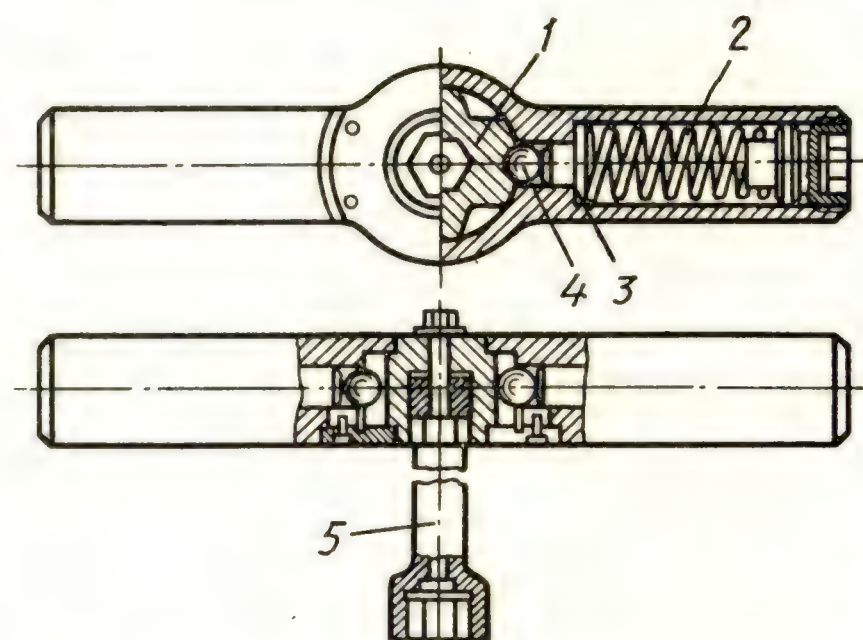


Рис. 46. Ключ с регулируемым крутящим моментом:

1 — кулачок, 2 — пружина, 3 — тарелка, 4 — шарик, 5 — сменный торцевой ключ

тарелку 3 и сжимает пружину 2. В этот момент сцепление кулачка с рукояткой прекращается. Значение крутящего момента регулируется за счет изменения усилия пружины 2.

Механизация сборки резьбовых соединений осуществляется с помощью различных гайко- и винтозавертывающих машин и устройств (преимущественно с пневматическим и электрическим приводом), применение которых позволяет повысить производительность труда в 2...3 раза. Срок окупаемости устройств для механизации процессов сборки не превышает 1,5 года.

Гайковерты с ударно-импульсными муфтами обеспечивают передачу крутящего момента с помощью ударных импульсов, сообщаемых ведомой полумуфте. При работе таких гайковертов практически отсутствует реактивный момент, что позволяет применять их при сборке крупногабаритных соединений.

Использование в гайковерте предельных муфт (рис. 47)

позволяет производить затяжку соединения с заданным усилием. Предельная муфта представляет собой кулачковую муфту, одна из полумуфт 1 которой является якорем. В корпусе 3 гайковерта закреплен индукционный датчик 2. Необходимый зазор a между датчиком и якорем регулируют, поворачивая датчик в пазах, выполненных в корпусе гайковерта. По достижении заданного момента полумуфта кулачковой муфты получит осевое смещение и зазор a увеличится. При этом индукционный датчик отработает сигнал на остановку гайковерта.

Для затяжки резьбовых соединений $\varnothing 12...16$ мм наряду с электрическими применяют пневматические гайковерты, которые по сравнению с электрическими имеют

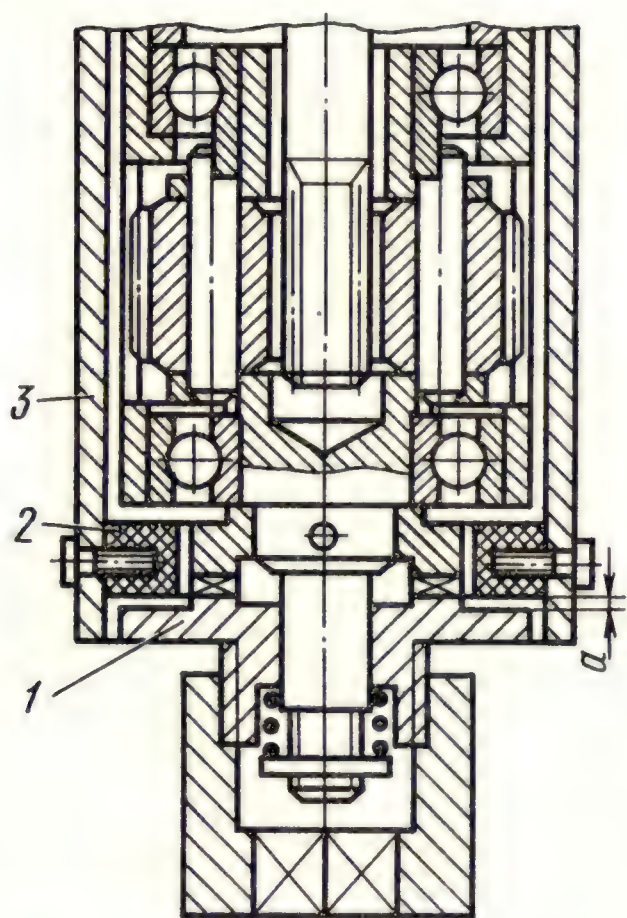


Рис. 47. Предельная муфта гайковерта:

1 — полумуфта, 2 — индукционный датчик, 3 — корпус

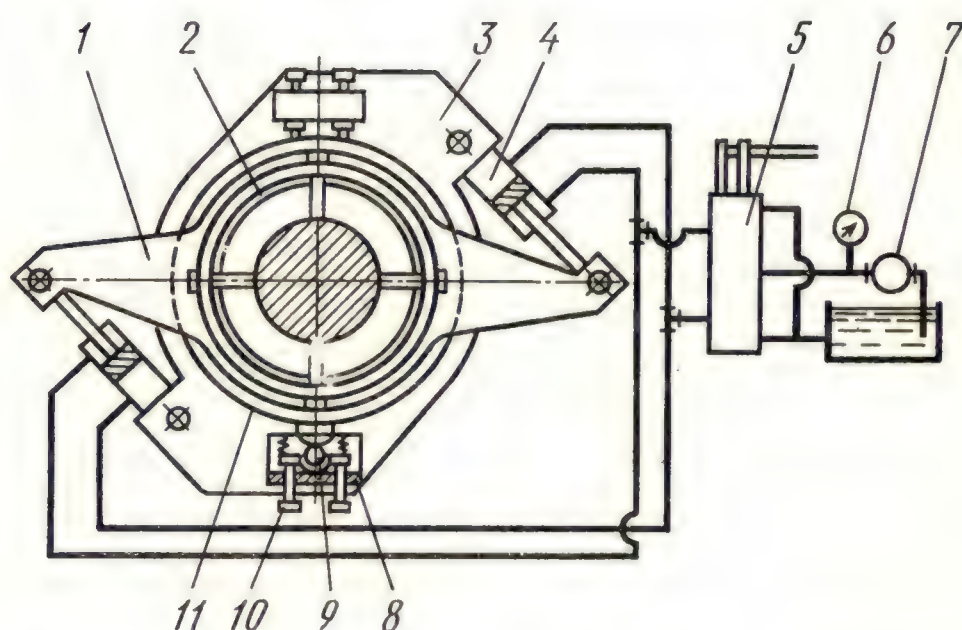


Рис. 48. Приспособление для затяжки круглых гаек:

1 — траверса, 2 — центрирующие винты, 3 — обойма, 4 — гидроцилиндры, 5 — золотниковый распределитель, 6 — манометр, 7 — насосная станция, 8 — упоры, 9 — ось упоров, 10 — фиксирующие винты, 11 — затягиваемая гайка

меньшие габаритные размеры и массу, однако КПД их также значительно ниже.

Специальное приспособление для затяжки круглых гаек (рис. 48) состоит из подвижной обоймы 3 и неподвижной траверсы 1 с закрепленными на них двумя гидроцилиндрами 4. Устройство устанавливают на накрунутую и предварительно затянутую гайку 11 и центрируют винтами 2. Зубчатую поверхность упоров 8 устанавливают на обойме 3, подводят к гайке 11 и фиксируют винтами 10. Масло под давлением 20 МПа от насосной станции 7 подают в штоковую полость цилиндров 4, в результате чего происходит поворот обоймы. При этом упоры 8, поворачиваясь вокруг оси 9, вращают гайку 11 в направлении, противоположном направлению вращения обоймы 3. Усилие затяжки контролируют по манометру 6. После затяжки штоки цилиндров возвращаются в исходное положение.

с помощью золотникового распределителя 5, при этом обойма 3 разворачивается и упоры 8 освобождаются.

Стопорение резьбовых соединений является одной из конструктивных мер борьбы с их самоотвинчиванием в процессе эксплуатации машин. Наиболее распространены следующие способы стопорения:

создание дополнительных сил трения путем осевого или радиального давления (контргайка, винт, самоконтрящаяся гайка);

взаимная фиксация относительного положения болта и гайки (стопорение шплинтованием, пружинными и деформируемыми шайбами, проволокой);

местное пластическое деформирование (обжатие, кернение).

В ряде случаев применяют обжимные гайки с буртиком, которые после окончания затяжки обжимают специальным ключом с закаленными губками так, что металл резьбовой части гайки плотно охватывает резьбу болта.

Широкое распространение получили также методы стопорения и уплотнения резьбовых соединений с помощью анаэробных клеев. Миниатюрная капсула, наполненная специальной жидкостью, в процессе свинчивания резьбовых деталей разрушается, а вытекающая из нее жидкость превращается в клей, обеспечивающий прочное соединение этих деталей (клей отвердевает при комнатной температуре). Разборка таких соединений производится обычными методами и не вызывает разрушения их деталей. После разборки детали могут быть вновь использованы. Клей, помимо того, обеспечивает защиту соединения от коррозии.

Наиболее распространенные способы стопорения резьбовых соединений показаны на рис. 49, а...и, а порядок их затяжки в зависимости от конструкции — на рис. 50.

Самоформирующиеся резьбовые соединения получают с помощью специальных самоформирующихся винтов, предназначенных главным образом для соединения деталей из стального листа с балками, профилями или тонкостенными деталями. Эти крепежные детали могут быть использованы без предварительного сверления, что позволяет избежать погрешностей из-за несоосности отверстий. Такими винтами можно сверлить сталь толщиной 0,8...12 мм.

Различают два класса самоформирующихся винтов. **Самонарезающиеся винты**, образующие резьбу нарезанием и удалением излишков материала (рис. 51, а), применяют для хрупких материалов и изготавливают двух типов — А (винты имеют несколько режущих граней) и Б (винты имеют одну, редко — две режущие грани). **Самовыдавливающиеся винты**, образующие резьбу без удаления излишков материала (рис. 51, б), применяют для пластичных материалов и изготавливают также двух типов — А (для соединения деталей

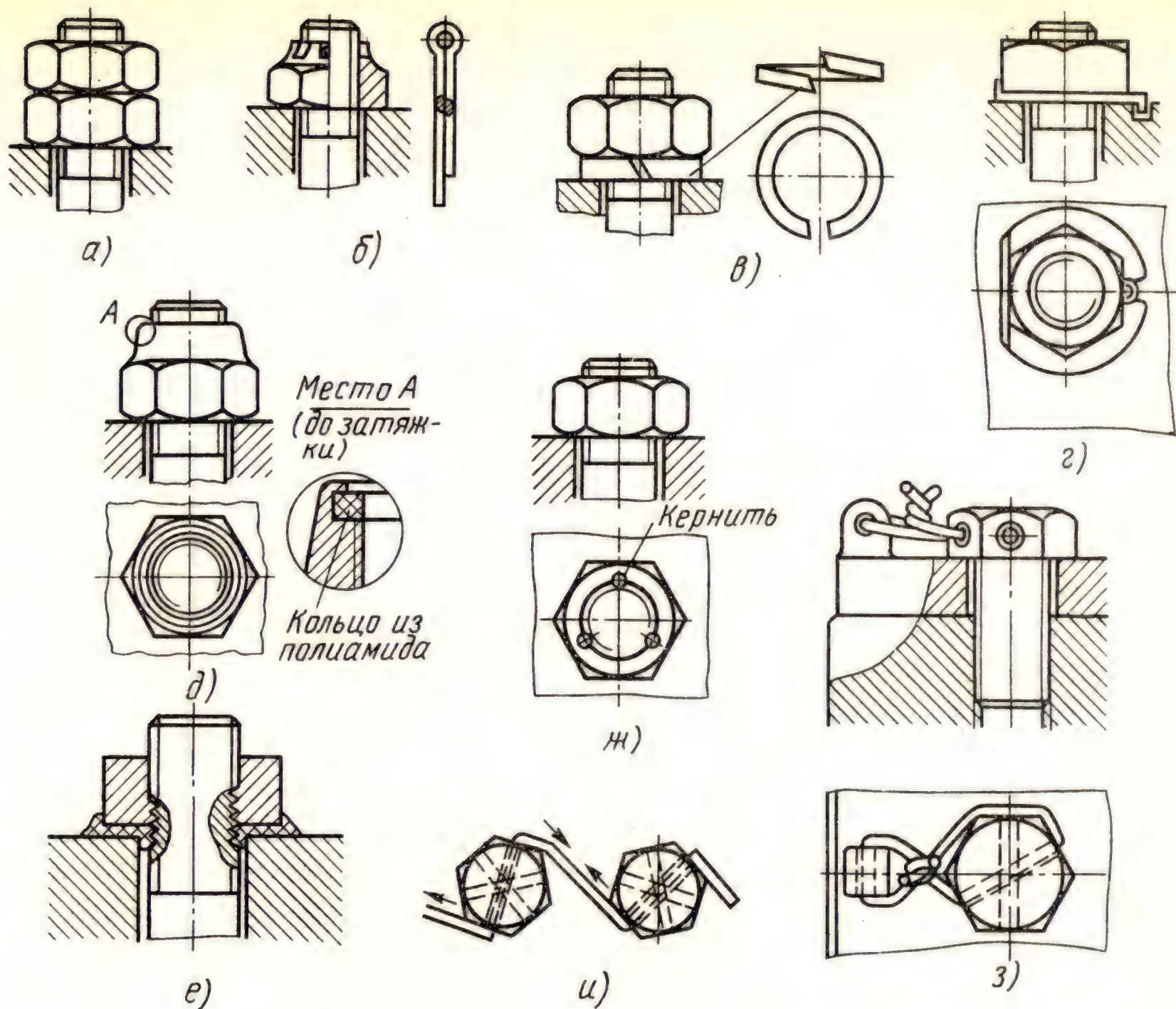


Рис. 49. Способы стопорения резьбовых соединений:

а — контргайкой, б — шплинтом, в — гроверной шайбой, г — специальной шайбой, д — кольцом из полиамида с последующей опрессовкой, е — шайбой из полиамида, ж — кернением, з, и — проволокой

без предварительного сверления отверстий) и Б (для соединения деталей с предварительным сверлением отверстий).

Заборная часть резьбонарезающего винта имеет канавку и делится ею на пружинную и жесткую части. Режущие кромки на поверхности винта образуются канавкой и служат для нарезания резьбы в отверстии.

Контроль резьбовых соединений. Надежность и долговечность резьбовых соединений в значительной степени определяются правильностью их затяжки в процессе сборки. В технических условиях на сборку ответственных резьбовых соединений указывают предельные значения крутящего момента затяжки гаек и винтов (регламентируемые моменты затяжки обычно устанавливают в зависимости от диаметра резьбы и материала деталей резьбового соединения). Вследствие важности обе-

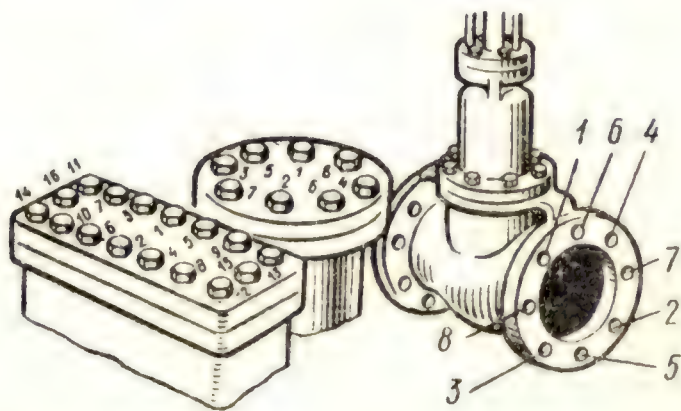


Рис. 50. Порядок затяжки резьбовых соединений

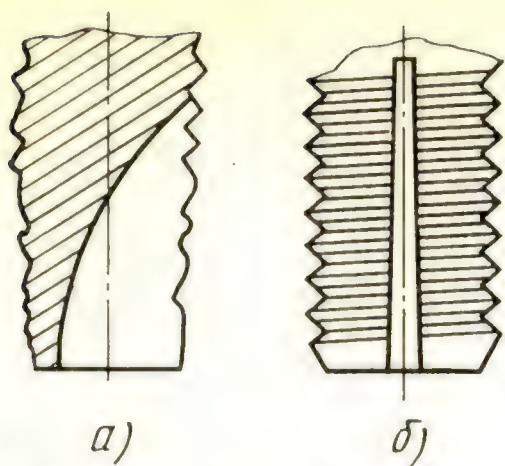


Рис. 51. Самоформирующиеся винты:

а — самонарезающиеся,
б — самовыдавливающиеся

спечения требуемой затяжки контроль резьбовых соединений является весьма ответственной частью технологической операции. В практике наиболее распространен способ контроля усилия затяжки с применением предельных и динамометрических ключей.

Наибольшее влияние на точность усилия затяжки оказывает коэффициент трения — в резьбовом соединении и на торцевой поверхности гайки. Его значение зависит от качества поверхности трущихся элементов, класса точности резьбы, смазывающего материала и ряда других факторов, в зависи-

мости от которых коэффициент трения может изменяться в широких пределах: от 0,2 до 0,4 — для резьбы и от 0,08 до 0,12 — для торцевой поверхности гайки. В этих случаях предельные и динамометрические ключи не обеспечивают должной точности усилия затяжки.

Проконтролировать затяжку резьбового соединения можно измерением удлинения болта и шпильки индикатором или микрометром. Микрометром измеряют длину резьбовой детали до и после затяжки резьбового соединения; удлинение болта измеряют индикатором с помощью контрольного штифта, который устанавливают в специальном отверстии болта.

§ 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Шпоночное соединение образуется шпонкой — стержнем, одновременно находящимся в пазах вала и насаженной на него детали. Шпонки служат для передачи крутящего момента от вала к ступице колеса, шкива и других подобных деталей или, наоборот, от этих деталей — к валу. Кроме этого, шпонки фиксируют на валу положение деталей в осевом направлении. Основные типы шпонок и их размеры стандартизованы.

По условиям эксплуатации шпоночные соединения делят на напряженные* и ненапряженные. Для ненапряженных шпоночных соединений используют призматические (рис. 52, а) и сегментные (рис. 52, б) шпонки. Призматические шпонки могут быть обыкновенными (СТ СЭВ 189—75) и высокими (ГОСТ 10748—79) со скругленными или плоскими концами. Они предназначены для неподвижного соединения ступицы и вала.

Направляющие шпонки (ГОСТ 8790—79) применяют в тех случаях, когда ступица должна иметь возможность перемещаться вдоль вала. Эти шпонки крепят к валу с помощью винтов.

* Напряженным называют соединение, в котором при отсутствии внешних сил и моментов постоянно действуют внутренние силы упругости, возникающие в результате предварительной затяжки.

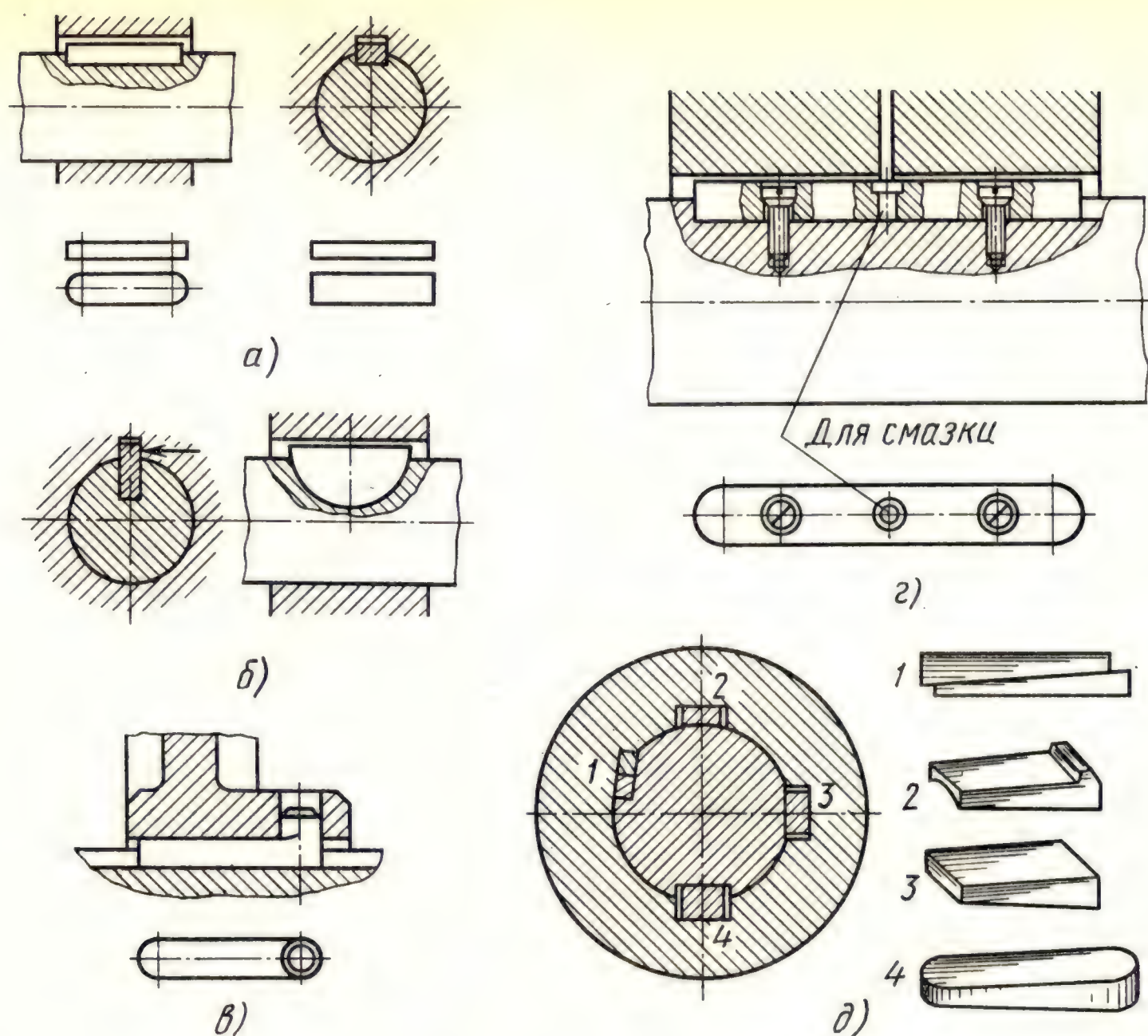


Рис. 52. Шпонки:

а — призматическая, б — сегментная, в — скользящая, г — направляющая, д — клиновые; 1 — тангенциальная, 2 — фрикционная, 3 — на лыске, 4 — врезная

Скользящие шпонки (рис. 52, в) перемещаются вдоль вместе со ступицей. Их применяют вместо направляющих (рис. 52, г) шпонок в тех случаях, когда требуется значительное перемещение ступицы вдоль вала. Скользящие шпонки соединяют со ступицей с помощью специального выступа цилиндрической формы.

Сегментные врезные шпонки подобно призматическим работают боковыми гранями. При необходимости по длине вала могут быть установлены две, а иногда и три сегментные шпонки. К преимуществам сегментных шпонок относится легкость изготовления как самих шпонок, так и пазов под них, к недостаткам — необходимость изготовления глубоких пазов в валах, что снижает прочность последних. В связи с этим сегментные шпонки применяют только для передачи сравнительно небольших моментов.

Клиновые шпонки (рис. 52, д) в совокупности с валом и втулкой образуют напряженные шпоночные соединения. Эту группу составляют четыре вида шпонок — врезные, на лыске, фрикционные и тангенциальные.

Врезная шпонка, поперечное сечение которой имеет форму прямоугольника, устанавливается в пазы, выполненные

в валу и ступице. Она обеспечивает надежное соединение и передачу значительных крутящих моментов, но снижает прочность вала на 6...10 %.

Шпонка на лыске устанавливается на специальную площадку, выполненную на валу. Лыска незначительно ослабляет вал, но эти шпонки значительно хуже, чем врезные, удерживают соединяемую с валом деталь.

Фрикционная шпонка имеет на опорной поверхности сферическую выемку, соответствующую диаметру вала. Прочность вала при использовании таких шпонок не снижается, но они не могут передавать значительных крутящих моментов и находят применение главным образом в приборостроении.

Тангенциальная шпонка, состоящая из двух клиньев, устанавливаемых навстречу друг другу в канавку вала вдоль его образующей, обеспечивает передачу крутящего момента только в одну сторону. При необходимости реверсирования устанавливают две шпонки под углом 120° , передающие большие крутящие моменты, но снижающие прочность вала.

Шлицевые соединения. Для соединения ступицы с валом вместо шпонок часто используют выступы на валу, входящие в соответствующие пазы в ступице и называемые шлицами. Такое соединение ступицы с валом называют шлицевым, или зубчатым.

По сравнению со шпоночными шлицевые соединения обладают рядом преимуществ, обеспечивая передачу больших крутящих моментов (благодаря значительной поверхности контакта соединяемых деталей и равномерному распределению давления по этой поверхности), более точное центрирование ступицы на валу, лучшее направление при перемещении ступицы по валу и большую прочность вала при одном и том же наружном диаметре.

В зависимости от профиля зубьев различают шлицевые соединения с прямобоковыми, эвольвентными и треугольными (рис. 53, а...в) шлицами.

Прямобоковое шлицевое соединение (ГОСТ 1139—80) является наиболее распространенным. Его применяют с центрированием по наружному D (рис. 54, а) и внутреннему d (рис. 54, б) диаметрам, а также по боковым поверхностям шлицев (рис. 54, в).

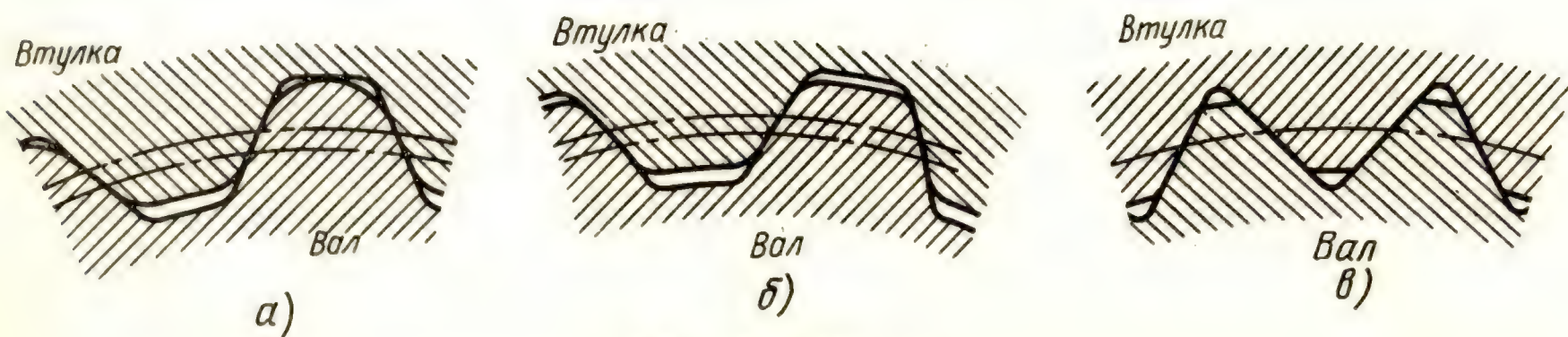


Рис. 53. Шлицы:

а — прямобоковые, б — эвольвентные, в — треугольные

Эвольвентное шлицевое соединение (ГОСТ 6033—80) применяют с центрированием по боковым поверхностям шлицев и наружному диаметру. К преимуществам эвольвентного шлицевого соединения по сравнению с прямобочным относятся более высокая прочность шлицев и их более простое и дешевое изготовление. Однако в связи с тем, что протяжки для изготовления отверстий в ступице дороги, эти соединения имеют ограниченное применение.

Треугольное шлицевое соединение, используемое для передачи небольших крутящих моментов, центрируют только по боковым поверхностям шлицев.

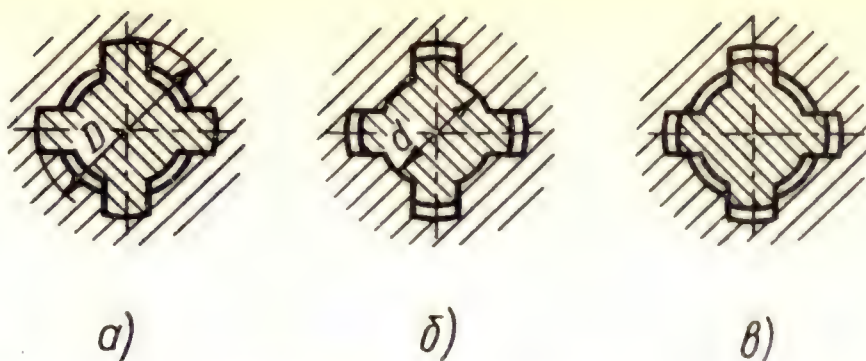


Рис. 54. Способы центрирования шлицевых соединений:

а, б — по наружному и внутреннему диаметрам, в — по боковым поверхностям шлицев

§ 4. СБОРКА ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сборка шпоночных соединений. Большое значение при сборке шпоночных соединений имеет строгое соблюдение посадок в сопряжении шпонки с валом и ступицей. Одной из основных причин нарушения правильности распределения нагрузки и смятия шпонки является увеличение зазора в соединении. К смятию может также привести неправильное расположение шпоночного паза на валу. Нередко наблюдается и перекос осей пазов, что значительно затрудняет сборку шпоночного соединения и вызывает перекос охватываемой детали на валу.

Сборку соединений с призматическими шпонками следует выполнять в такой последовательности:

снять заусенцы и притупить острые края шпонок и пазов под них;

пригнать шпонку по пазу вала в соответствии с посадкой, указанной на чертеже;

пригнать шпоночный паз ступицы по шпонке в соответствии с посадкой, указанной на чертеже;

установить шпонку в паз вала с помощью медного молотка, струбцин или под прессом;

проверить отсутствие бокового зазора между шпонкой и пазом с помощью щупа;

проверить наличие радиального зазора между шпонкой и ступицей с помощью щупа (размер этого зазора стандартизован).

При сборке соединений с клиновыми шпонками последние забивают в пазы вала и ступицы, ударяя по ним молотком через мягкую прокладку.

Пригоночные работы и контроль соедине-

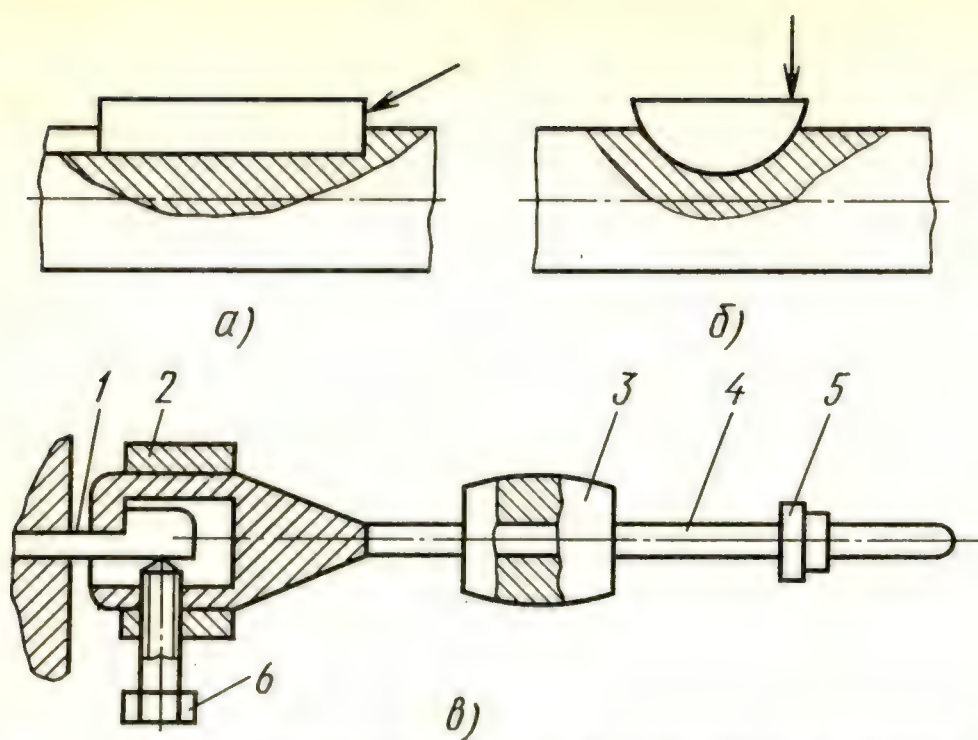


Рис. 55. Способы извлечения шпонок из пазов: а, б — схемы нанесения удара при извлечении призматической и сегментной шпонок, в — приспособление для извлечения клиновых шпонок; 1 — шпонка, 2 — кольцо, 3 — груз, 4 — стержень, 5 — упор, 6 — винт

ний осуществляют, как правило, только в условиях единичного и мелкосерийного производства. Пригонку соединения ведут в такой последовательности:

устанавливают вал в горизонтальном положении на призмах, расположенных на плите;

пришабривают боковые стенки паза вала, обеспечивая их параллельность (допускается отклонение от параллельности не более чем на 0,01 мм на 200 мм длины паза);

проверяют параллельность стенок паза индикатором, а его ширину — калибром;

после установки шпонки в паз проверяют высоту выступающей части; индикатором контролируют взаимное расположение шпонок на валу.

Извлечение шпонок из пазов обычно осуществляют с помощью мягких выколоток (рис. 55, а, б). При извлечении клиновых шпонок категорически запрещается пользоваться молотком и зубилом, загоняемым между головкой шпонки и ступицей, так как это приводит к искривлению шпонки, порче торцевых поверхностей ступицы, а в ряде случаев и к деформации вала.

Извлекать клиновые шпонки следует с помощью специального приспособления (рис. 55, в), которое надевают на головку шпонки 1 и закрепляют кольцом 2 и винтом 6. Груз 3 может свободно перемещаться вдоль стержня 4, на конце которого имеется упор 5. При ударе грузом 3 об упор 5 возникают осевые силы, обеспечивающие извлечение шпонки из паза. Для извлечения клиновых шпонок применяют также рычажные инструменты, а если к закладной клиновой шпонке имеется доступ со стороны, противоположной ее головке, то шпонку выталкивают с помощью специальной выколотки.

Сборку шлицевого соединения начинают с визуального осмотра деталей соединения, на поверхности которых не должно быть заусенцев, задиров и забоин. В неподвижных шлицевых соединениях, имеющих посадки с натягом, охватывающую деталь обычно напрессовывают на вал с помощью специального приспособления или пресса. Использовать для запрессовки молоток не следует, так как от разных по силе ударов возможны задиры на шлицах и перекос насаживаемой детали.

§ 5. КЛИНОВЫЕ И ШТИФТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ИХ СБОРКА

Клиновое соединение состоит из стержня, втулки, и клина. Соединяющей деталью является клин, который вставляется в сквозные прорезы стержня и втулки.

В зависимости от назначения различают силовые (рис. 56, а) и установочные (рис. 56, б) клиновые соединения. Во-первых, клинья служат для прочного соединения деталей машин и механизмов, а во-вторых, они предназначены для установки деталей в нужном положении и регулировании этого положения. В силовых соединениях клин устанавливают на место, забивая его или затягивая с помощью винта.

В зависимости от способа сборки различают напряженные и ненапряженные клиновые соединения, но чаще применяют первые, так как в клиновых соединениях в большинстве случаев действуют знакопеременные нагрузки. Предварительный натяг в напряженных клиновых соединениях достигается или за счет заплечиков на стержне 1, или за счет посадки хвостовика во втулке 2 на конусе (см. рис. 56, а). Клин 3 удерживается в основном лишь за счет сил трения. Для надежного удерживания клина в силовых соединениях уклон его должен быть сравнительно небольшим — 1:100; 1:40 или 1:30.

Штифтовое соединение является разновидностью клинового. Крепежной деталью в нем является штифт, представляющий собой цилиндрический (ГОСТ 3128—70) или конический (ГОСТ 3129—70) стержень с гладкими поверхностями (рис. 57, а), на которых иногда выполняют выточки, канавки или отверстия. Штифты служат для передачи небольших крутящих моментов, а также для обеспечения точного взаимного расположения соединяемых между собой деталей. Конические штифты имеют конусность 1:50 и могут использоваться многократно.

Цилиндрические штифты удерживаются в отверстиях за счет натяга, поэтому при многократном использовании нарушают-

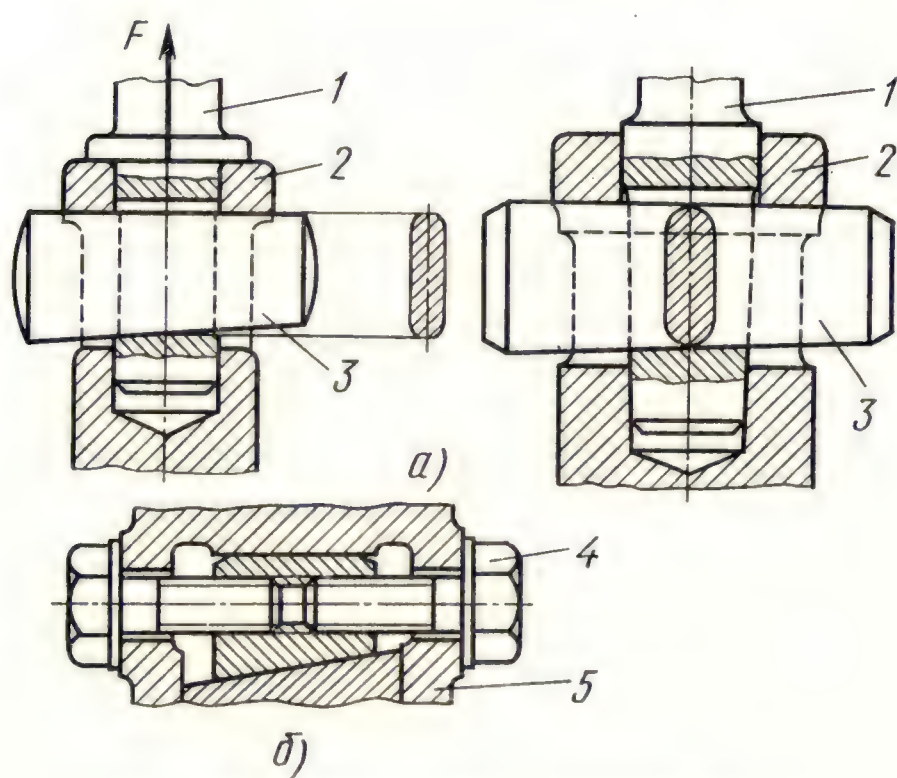


Рис. 56. Клиновые соединения:
а — силовые, б — установочные; 1 — стержень, 2 — втулка, 3 — клин, 4 — винт, 5 — корпус

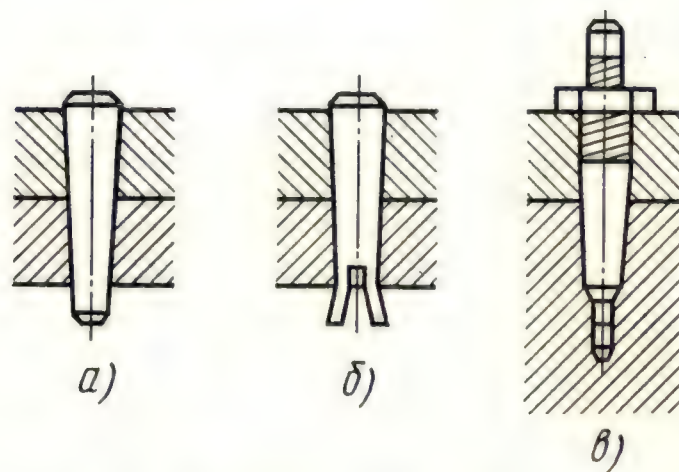


Рис. 57. Штифтовые соединения:
а — гладким штифтом, б — разводным штифтом, в — штифтом с резьбой

ся плотность их посадки и точность установки. Для повышения надежности соединения применяют разводные (рис. 57, б) и резьбовые (рис. 57, б) штифты.

Недостатком штифтовых соединений является то, что отверстия на валу и втулке необходимо сверлить и развертывать одновременно, так как при раздельном сверлении они, как правило, не совпадают.

Считается, что нормальный натяг в коническом штифтовом соединении может быть получен, если штифт, вставляемый в отверстие вручную без применения каких-либо инструментов, входит в него на 70...75 % длины. Устанавливают штифт или с помощью молотка, используя оправку, или на прессе. Для того чтобы при разборке штифт можно было легко удалить, его тонкая часть должна несколько выступать над поверхностью сопрягаемых деталей.

Контрольные вопросы

1. Почему резьбовые соединения сначала затягивают предварительно, а потом окончательно?
2. Почему торцевые поверхности шайб должны быть параллельны между собой?
3. В чем особенности применения самоконтрящихся резьбовых соединений?
4. Как контролируют правильность положения шпоночного паза?
5. Какие методы центрирования вала и ступицы применяют при сборке шлицевых соединений?

ГЛАВА 5

ТРУБОПРОВОДНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ СБОРКА

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

Различают трубопроводы высокого и низкого давления. Для всех видов трубопроводов общим требованием является чистота проходного отверстия, полная непроницаемость, долговечность и простота обслуживания.

В зависимости от назначения трубопроводной системы используют чугунные, стальные, медные, латунные и алюминиевые трубы. Наиболее распространено применение стальных труб. В зависимости от способа изготовления различают цельнотянутые (бесшовные) и сварные трубы.

Соединения трубопроводов могут быть неподвижными разъемными и неподвижными неразъемными (однако в некоторых случаях используют подвижное соединение элементов трубопроводов). К неподвижным разъемным соединениям относятся соединения на резьбе, выполняемые с помощью фитингов (рис. 58, а...ж) и фланцев (рис. 58, з...к), а к неподвижным неразъемным — соединения, выполняемые сваркой, развальцовкой, отбортовкой.

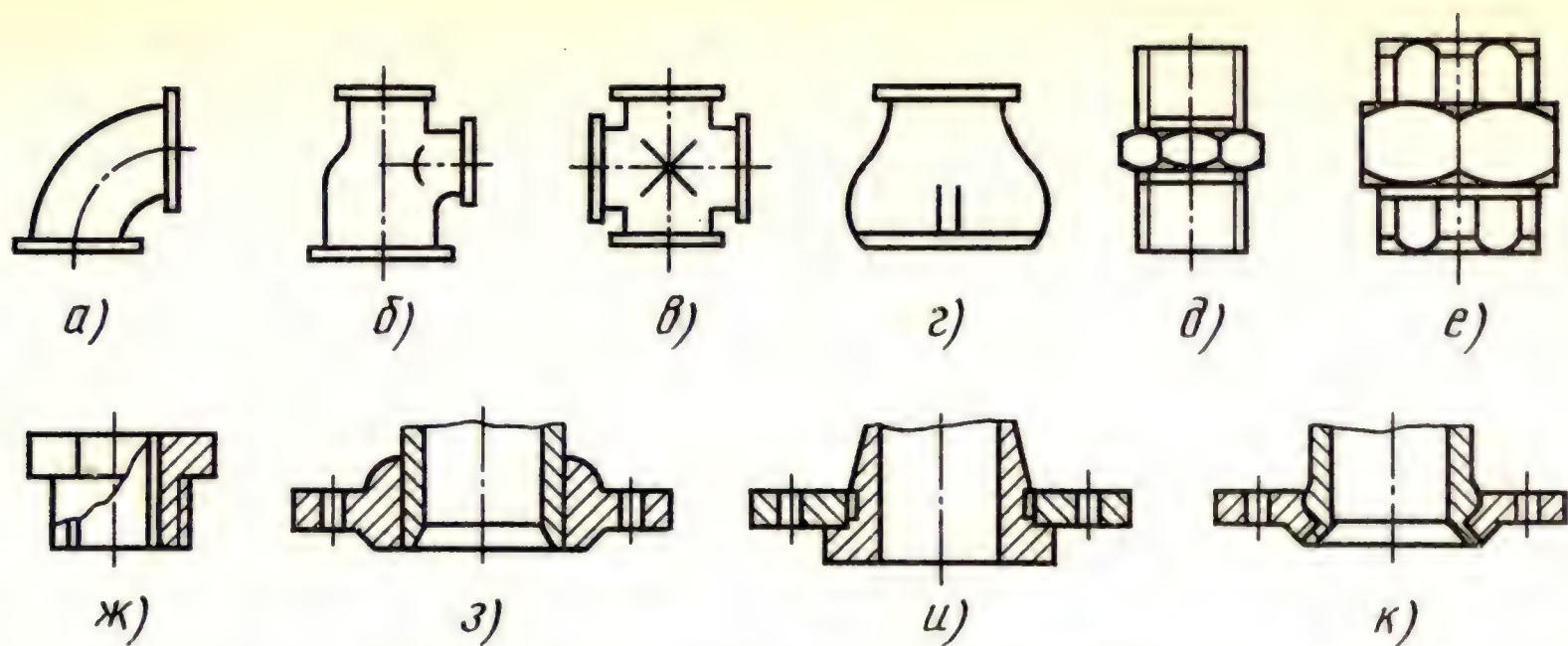


Рис. 58. Фитинги и фланцы трубных соединений:

а — угольник, б — тройник, в — крестовый переходник, г — переходная муфта, д, е — контргайки, ж — футорка, з...к — соединения с фланцем напрессовкой, отбортовкой и развальцовкой

Трубопроводная арматура предназначена для включения, отключения и регулирования потока пара, газа или жидкости. В зависимости от назначения различают следующие виды трубопроводной арматуры:

запорная, предназначенная для включения или отключения потока пара, жидкости или газа (краны, вентили, задвижки);

предохранительная, служащая для защиты трубопроводов в случае опасного повышения давления (клапаны);

регулирующая давление и количество подаваемой жидкости или газа;

указатели уровня жидкости.

§ 2. СБОРКА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Все операции, выполняемые при сборке трубопроводов, могут быть разделены на заготовительные и сборочные.

К **заготовительным операциям** относятся разметка, отрезка, очистка, гибка труб, отбортовка, развальцовка, сварка и сборка деталей в сборочные единицы, проверка и контроль по размерам, форме и внешнему виду, гидравлические испытания и маркировка.

Наиболее сложной и трудоемкой операцией является гибка труб, которая может производиться вручную и механическим способом, с наполнителем или без него. Наиболее важным является правильный выбор радиуса гибки, так как он оказывает существенное влияние на работу трубопровода. Радиус гибки выбирают в зависимости от диаметра трубы и толщины ее стенок.

Для механизации процесса гибки применяют трубогибочные станки с электрическим, пневматическим или гидравлическим приводом.

Сборочные операции. В зависимости от назначения трубопроводных систем различаются технологические процессы их сборки.

Сборка на фитингах — фасонных соединительных деталях, конструкции которых стандартизованы, — позволяет соединять трубы под разными углами, выполнять ответвления, переходить с одного диаметра на другой и т. п. Прочность и надежность соединения на фитингах обеспечивается его соответствующей затяжкой, при которой нитки резьбы собираемых деталей плотно прижимаются друг к другу. Герметичность соединения достигается за счет смазывания резьбовой части соединяемых деталей перед сборкой свинцовым суриком или белилами. Более надежно герметизацию обеспечивает использование льняной или пеньковой подмотки с суриковой подмазкой.

Магистральные трубы соединяют с помощью прямых соединительных муфт; на наружной поверхности муфты имеются ребра для захватывания ее трубным ключом. Трубы могут иметь короткую и длинную резьбу.

При сборке с короткой резьбой (рис. 59, а) на конце трубы 2 нарезается резьба такой длины, чтобы она была на два-три витка меньше половины длины соединительной муфты 1. Сбег в конце резьбы при сборке заклинивает муфту, что обеспечивает плотность соединения. Соединение труб с короткой резьбой применяют только для неразъемных трубопроводов, так как после сборки такие соединения разъединить невозможно.

Если по условиям работы трубопроводную систему необходимо разбирать в процессе эксплуатации, применяют соединения, называемые соединениями на сгоне (рис. 59, б). В этом случае одна из соединяемых труб имеет короткую резьбу, а другая — длинную. Участок трубы с длинной резьбой называют сгоном. Длину его выбирают таким образом, чтобы на нем уместились муфта и гайка и остался участок резьбы не менее чем с двумя нитками.

Последовательность сборки труб на сгоне следующая:

контргайку 3 и муфту 1 навинчивают на длинную резьбу без уплотнения и без подмазки суриком или белилами;

короткую резьбу уплотняют и промазывают суриком или белилами;

муфту 1 свинчивают с длинной резьбы и наворачивают на короткую до упора в ее сбег;

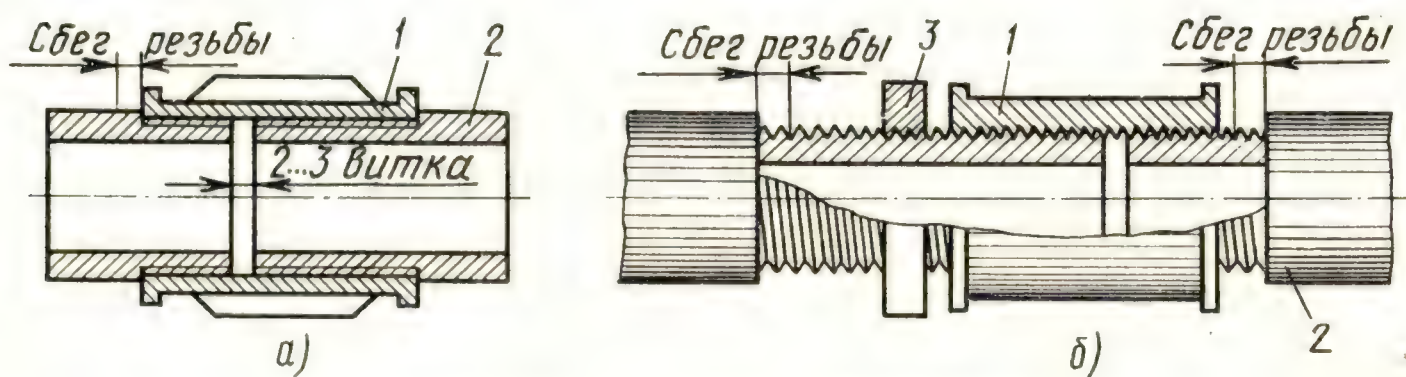


Рис. 59. Трубные соединения:

а — с короткой резьбой, б — на сгоне; 1 — муфта, 2 — труба, 3 — контргайка

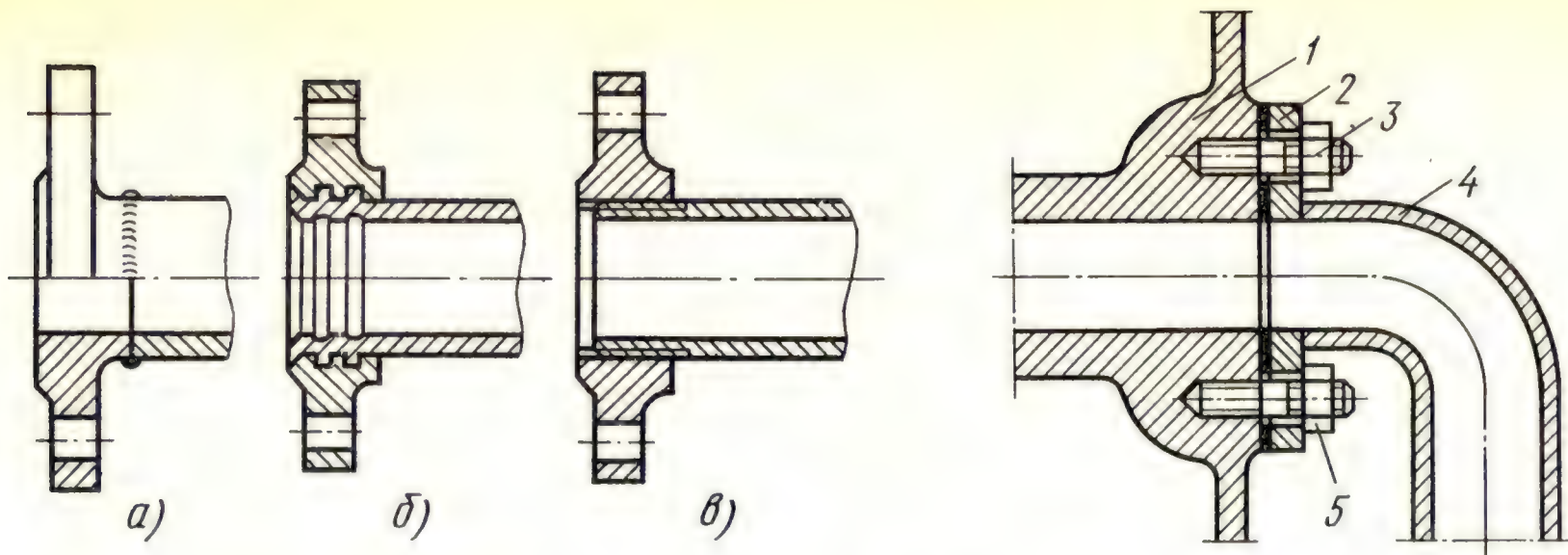


Рис. 60. Соединения труб с фланцами:
а — сваркой, б — развальцовкой, в — на
резьбе

Рис. 61. Соединение труб на фланцах:
1 — корпус, 2 — фланец, 3 — шпилька, 4 —
труба, 5 — гайка

жгутик льняной пряжи, пропитанной суриком, устанавливают на длинной резьбе между муфтой 1 и контргайкой 3; затягивают контргайку 3.

При сборке на фланцах последние прикрепляют к трубам сваркой (рис. 60, а), развальцовкой (рис. 60, б) или на резьбе (рис. 60, в). Соединение развальцовкой осуществляют следующим образом. После того как фланец будет надет на конец трубы, специальным инструментом — вальцовкой — нажимают изнутри на стенку трубы, вдавливая ее в канавки фланца. Между фланцами устанавливают прокладки, соединяют фланцы болтами или шпильками (рис. 61). Основной сложностью при сборке труб на фланцах является обеспечение соосности соединяемых трубопроводов и параллельности торцевых поверхностей фланцев соединения.

Испытание собранного трубопровода. Трубопроводы после сборки проверяют на прочность и плотность. При испытании наполняют трубопровод водой и отмечают те места, в которых наблюдается утечка. Затем воду выпускают и уплотняют отмеченные места. При гидравлических испытаниях трубопровода проверяют прочность всех элементов и герметичность соединений под давлением, предусмотренным техническими условиями.

Контрольные вопросы

1. Почему при сборке трубопроводных систем необходимо промазывать места соединения различными составами?

2. Какие типы соединительных элементов применяют в трубопроводных системах?

3. При сборке каких трубопроводных систем применяют фитинги?

4. Какими способами можно присоединить фланец к трубе при сборке трубопроводной системы?

5. Как выбрать толщину уплотняющей прокладки при сборке трубопроводных соединений?

СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ, МАШИНАХ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ СБОРКЕ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Механизмы и машины. Создаваемые человеком механические устройства можно разделить на две группы. К первой относятся такие устройства, части которых не могут совершать движений одна относительно другой (не считая незначительных перемещений при деформациях). Вторая группа объединяет устройства, части которых двигаются друг относительно друга. Примерами устройств, относящихся к первой группе, могут служить здания, мосты и т. п., являющиеся сооружениями. Ко второй группе относятся механизмы и машины.

Механизм называется система подвижно связанных между собой тел, совершающих определенные, заранее заданные движения под действием приложенных сил. По структурно-конструктивным признакам различают шарнирные (рычажные), кулачковые, зубчатые, клиновые, винтовые, фрикционные и другие механизмы. Механизмы, в которых все точки имеют траектории, лежащие в одной или параллельных плоскостях, называют плоскими (кривошипно-ползунные, кулачковые, клиновые и др.), а все остальные — пространственными (винтовые, червячные и др.). Иногда механизмы имеют самостоятельное применение, но чаще они являются кинематической основой машины.

Машина — это механическое устройство, состоящее из одного или нескольких связанных между собой механизмов, предназначенных для преобразования энергии одного вида в другой (машины-двигатели), для выполнения полезной механической работы (машины-орудия) или для преобразования информации (ЭВМ). К машинам-двигателям, или энергетическим машинам, относятся электрические двигатели, преобразующие электрическую энергию в механическую, двигатели внутреннего сгорания, преобразующие химическую энергию в механическую, гидравлические турбины, преобразующие механическую энергию движущейся воды в механическую энергию вращающегося вала турбины. К машинам-орудиям, называемым иначе технологическими машинами, относятся, например, сельскохозяйственные машины, прессы, молоты, металлорежущие станки, а также транспортные машины.

Любой механизм и любая машина состоят из **деталей** — изделий, изготовленных из однородного материала без применения сборочных операций (винт, гайка, вал и др.). Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (сваркой, пайкой, клепкой, свинчиванием и др.), называют **сборочной единицей**, или **узлом** (редуктор, муфта и др.).

Звенья и кинематические пары. Входящие в механизм составляющие элементы называют **звеньями**. В любом механизме есть подвижные и неподвижные, ведущие и ведомые звенья. Ведущим называется звено, движение которому сообщается приложением внешних сил, а ведомым — звено, которому движение передается от ведущего. В зависимости от материала, из которого они изготовлены, звенья могут быть твердыми и гибкими, противодействующими лишь силам растяжения, а также жидкими и газообразными, противодействующими лишь силам сжатия. Твердое звено представляет собой деталь или совокупность деталей, соединенных между собой неподвижно. Гибкие, жидкие и газообразные звенья изменяют свою форму вследствие подвижности их частей или частиц.

Например, в двигателе внутреннего сгорания (рис. 62, а) кривошипно-шатунный механизм (рис. 62, б) состоит из трех звеньев — кривошипа 1, шатуна 2 и поршня 3, а шатун (рис. 62, в), в свою очередь, состоит из ряда деталей — стержня 5, втулки 4, вкладышей 6 и 9, разъемной головки 10, двух болтов 8 и гайки 7 с шайбами и шплинтами. Все детали этого звена соединены между собой неподвижно и двигаются как одно целое.

Кинематической парой называют соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение. Точки, линии или поверхности, по которым соприкасаются звенья, называют **элементами кинематической пары**. Отличительными признаками кинематической

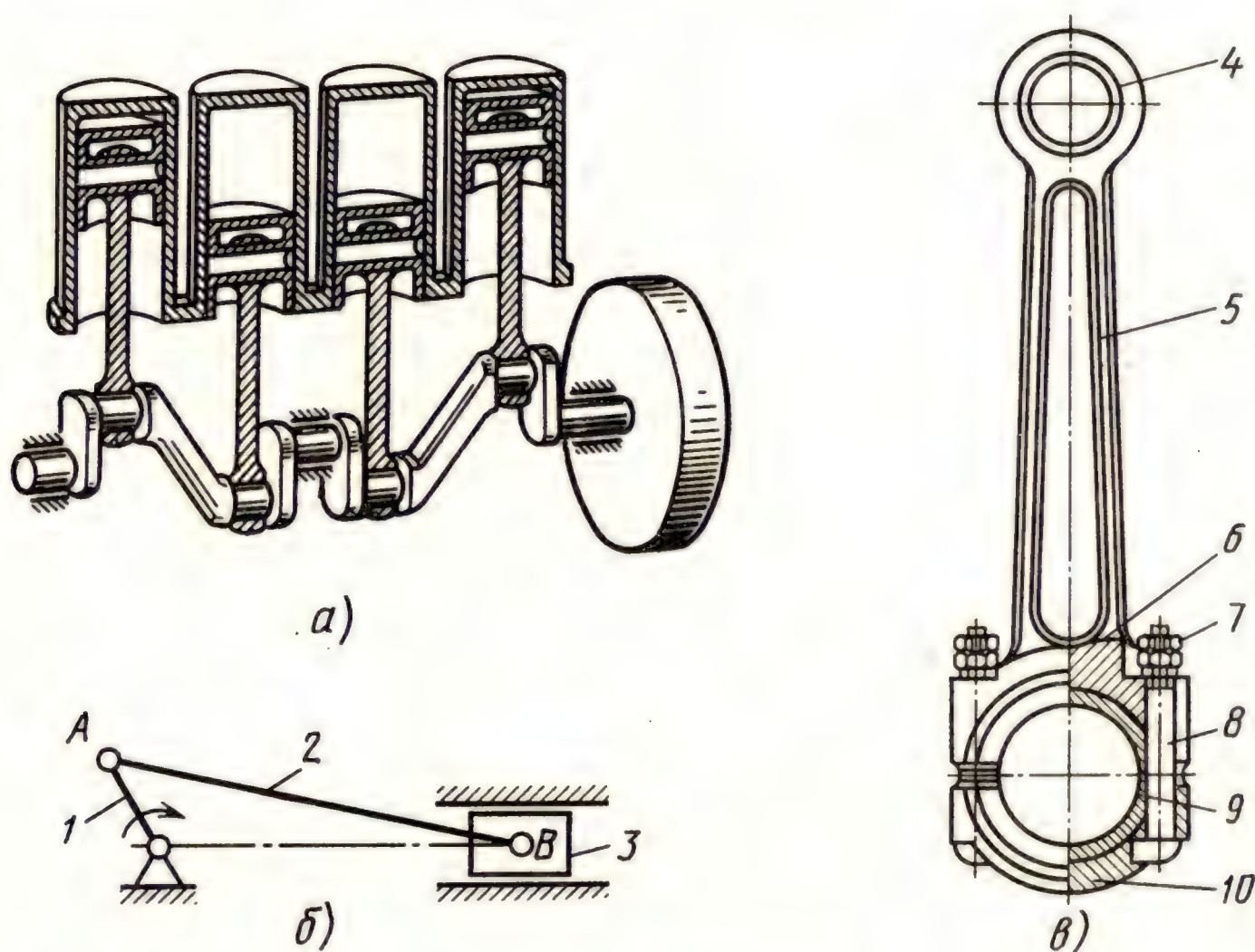


Рис. 62. Двигатель внутреннего сгорания (а), его кинематическая схема (б) и устройство шатуна (в):

1 — кривошип, 2 — шатун, 3 — поршень, 4 — втулка, 5 — стержень, 6, 9 — вкладыши, 7 — гайка, 8 — болт, 10 — разъемная головка

пары являются число простейших относительных движений, которых звенья лишаются при их соединении в пары, и вид относительного движения звеньев.

Любое перемещение свободного (несвязанного) тела в пространстве можно рассматривать как совокупность шести не зависящих друг от друга движений — трех поступательных (вдоль осей X , Y и Z) и трех вращательных (относительно этих же осей или осей, параллельных им). В зависимости от соединения двух звеньев в паре одно из них может совершать относительно другого одно, два, три, четыре или пять движений из тех шести, которые были указаны для свободного тела. В соответствии с этим кинематические пары разделяют на пять классов (класс определяют количеством потерянных простейших относительных движений звеньев кинематической пары).

По своим свойствам кинематические пары делятся на обратимые и необратимые. Свойство обратимости состоит в том, что при закреплении любого из звеньев, образующих кинематическую пару, траектория движения другого звена не меняется. Например, в обратимых кинематических парах, показанных на рис. 63, а, б, траектория точки B является прямой независимо от того, движется ли поршень 2 (рис. 63, а, точка B_1) или подвижен цилиндр 1 (рис. 63, б, точка B_2). Необратимая кинематическая пара, показанная на рис. 63, в, состоит из колеса 3 и рельса 4. Если неподвижна прямая AA_1 и по ней без скольжения перекатывается колесо, то точка, принадлежащая колесу, опишет циклоиду (рис. 63, в). Если же неподвижно колесо, а по нему также без скольжения перекатывается прямая AA_1 , то точка, принадлежащая этой прямой, опишет эвольвенту (рис. 63, г).

Звенья, составляющие кинематические пары, отличаются большим разнообразием конструктивного исполнения. Однако для удобства приняты условные изображения кинематических пар и звеньев, не зависящие от фактического конструктивного исполнения последних.

Кинематические цепи и кинематические схемы. Кинематической цепью называют связанную систему звеньев

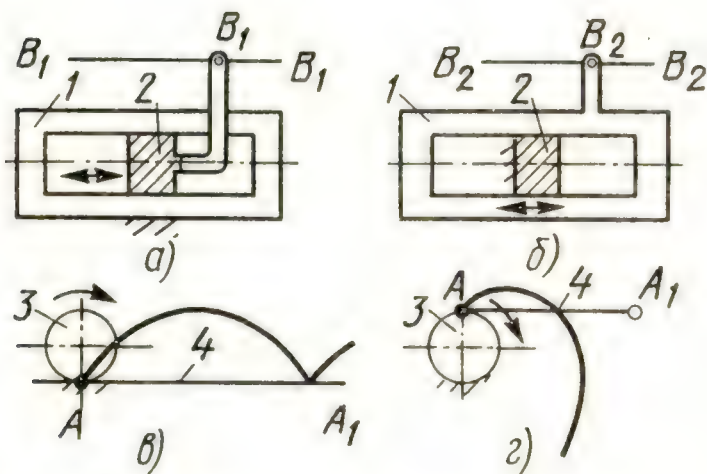


Рис. 63. Кинематические пары:
а, б — обратимые, в, г — необратимые;
1 — цилиндр, 2 — поршень,
3 — колесо, 4 — рельс

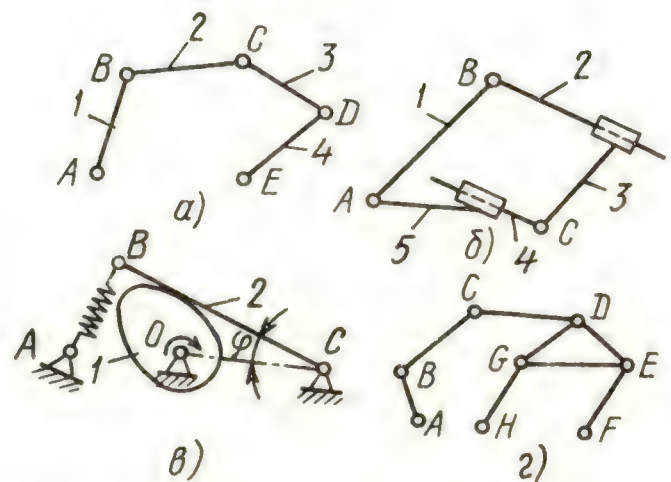


Рис. 64. Кинематические цепи:
а...в — простые, г — сложная;
1...5 — звенья цепей

механизма, образующих между собой кинематические пары. Кинематические цепи могут быть простыми и сложными, открытыми и замкнутыми, определенными и неопределенными.

Простая кинематическая цепь имеет не более двух кинематических пар (рис. 64, а...в), а сложная (рис. 64, г) состоит из трех и более кинематических пар.

Открытая кинематическая цепь (см. рис. 64, а) имеет звенья 1 и 4, входящие в состав только одной кинематической пары, т. е. соединенные только с одним звеном, а в замкнутой кинематической цепи каждое звено входит в состав по крайней мере двух кинематических пар (см. рис. 64, б, в). В механизмах встречаются как открытые, так и замкнутые кинематические цепи. В машиностроении применяют, как правило, последние.

В плоской кинематической цепи все точки звеньев совершают движение в параллельных плоскостях, а в пространственной они описывают различные пространственные кривые.

Графическое изображение кинематических цепей с помощью стандартных условных обозначений их звеньев и соединений последних в кинематические пары называют кинематическими схемами.

§ 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

Передачей называют устройство (механизм) для передачи механического движения от одного объекта к другому. В зависимости от способа передачи движения различают механические, электрические, пневматические и гидравлические передачи.

Из механических передач наибольшее распространение получили передачи вращательного движения, так как их проще осуществить в виде компактной конструкции и, кроме того, с их помощью легче достигнуть равномерности хода и уменьшить потери на трение. Они служат для передачи энергии от двигателя к рабочим машинам обычно с изменением значения и направления скорости движения, усилия или крутящего момента.

Различают передачи вращательного движения с непосредственным контактом тел вращения — жесткие (фрикционные, зубчатые, червячные) и с гибкой связью — гибкие, в которых тела вращения связаны между собой гибким звеном (ременные, цепные). В зависимости от способа передачи движения от ведущего вала ведомому различают передачи трения (фрикционные, ременные) и передачи зацепления (зубчатые, червячные, цепные). К передачам вращательного движения относят также передачи винт — гайка, обеспечивающие преобразование вращательного движения в возвратно-поступательное.

Выбор того или иного вида передачи для использования в механизме зависит от предъявляемых к ней требований, к которым относятся: надежность и долговечность; простота кон-

струкции; компактность; высокая точность преобразования движения; получение минимального момента инерции вращающихся звеньев; бесшумность; простота управления.

Важнейшей характеристикой любой передачи вращательного движения является передаточное отношение i — отношение угловых скоростей ведущего и ведомого звеньев:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2}.$$

Однако чаще для характеристики передачи пользуются другой величиной — передаточным числом u , являющимся отношением более удобных для измерения параметров ведущих и ведомых звеньев: числа зубьев колеса к числу зубьев шестерни (зубчатая передача); числа зубьев колеса к числу заходов червяка (червячная передача); числа зубьев большой звездочки к числу зубьев малой (цепная передача); диаметра большого шкива (катка) к диаметру меньшего (ременная или фрикционная передача). Передаточное число всегда больше или равно единице.

Сравнительные габаритные размеры различных передач показаны на рис. 65 (во всех передачах $u=4$).

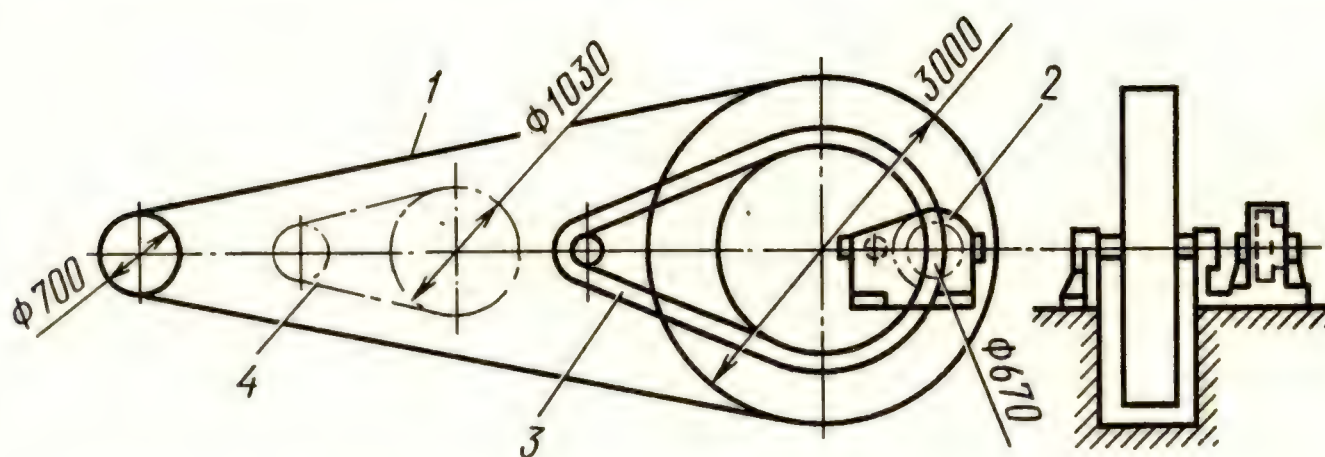


Рис. 65. Сравнительные размеры механических передач:
1 — плоскоременной, 2 — зубчатой, 3 — клиноременной, 4 — цепной

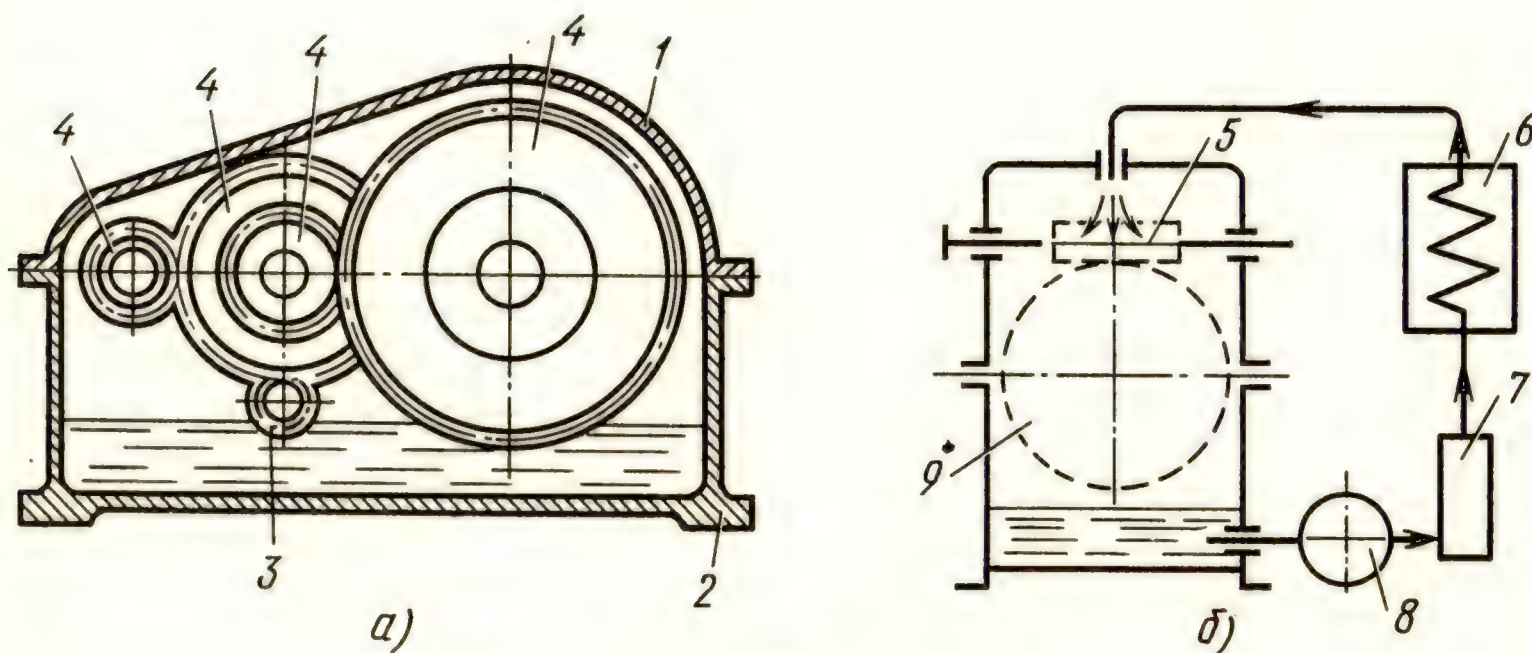


Рис. 66. Схемы редукторов:
а — зубчатого, б — червячного; 1 — крышка, 2 — корпус, 3 — зубчатое колесо для смазывания, 4 — зубчатые колеса, 5 — червяк, 6 — холодильник, 7 — фильтр, 8 — насос, 9 — червячное колесо

Исходя из конкретных требований, предъявляемых к какому-либо устройству, часто оказывается целесообразным использовать в его конструкции положительные свойства различных передач. К таким устройствам, состоящим из одной или нескольких зубчатых и червячных передач, заключенных в общий корпус, относятся редукторы (рис. 66, а, б). Выбор редуктора обуславливается значением передаточного отношения, а также взаимным расположением входного и выходного валов. Корпус редуктора должен быть прочным и жестким, так как его деформация может вызвать перекос валов и вследствие этого неравномерную работу передачи.

Смазывание расположенных в редукторе зубчатых передач обычно осуществляется окунанием (рис. 66, а). Передаточное число редуктора равно произведению передаточных чисел входящих в него передач. При необходимости передачи движения с большими передаточными числами используют червячные редукторы (рис. 66, б).

В тех случаях, когда в процессе эксплуатации нагрев редукторов велик, применяют их искусственное охлаждение с помощью циркуляционной смазочной системы с холодильником (см. рис. 66, б). Используют также более простые способы охлаждения — с помощью вентилятора, находящегося на валу червяка, или змеевика с проточной водой, установленного в корпусе редуктора.

§ 3. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАШИНАМ, СБОРОЧНЫМ ЕДИНИЦАМ И ДЕТАЛЯМ

Основные направления развития машин и механизмов. Современное развитие конструкций машин и механизмов направлено в основном на решение следующих задач:

- увеличение производительности;
- повышение КПД;
- увеличение мощности при повышении скорости движения рабочих органов;
- расширение внедрения стандартизации и унификации деталей, сборочных единиц, комплектов и комплексов;
- повышение точности действия, надежности и долговечности;
- обеспечение безопасности эксплуатации и обслуживания;
- увеличение компактности;
- внедрение автоматизации управления;
- улучшение внешнего вида.

Технические требования к машинам, сборочным единицам и деталям. Несмотря на большое разнообразие конструкций современных машин установлены общие требования, предъявляемые как к самим машинам, так и к их сборочным единицам и деталям. Основными из предъявляемых к машинам требований являются следующие:

соответствие производительности заданным объемам и темпам работ;

высокие надежность и долговечность, а также обеспечение соответствующего срока гарантии при заданных условиях эксплуатации;

минимальные габаритные размеры;

обеспечение при эксплуатации наименьших трудовых и материальных затрат;

удобство доставки потребителю.

К конструкциям сборочных единиц предъявляют требование легкости сборки, разборки и замены относительно быстро изнашивающихся частей.

Детали, входящие в сборочную единицу, должны быть простыми по конструкции, экономичными в изготовлении, иметь минимальную массу при достаточной прочности и быть надежными в эксплуатации. Прочность деталей обеспечивается правильным выбором материала. Кроме того, детали должны обладать достаточной износостойкостью, которая достигается путем применения специальных материалов и поверхностным упрочнением (закалка, цементация, наклеп и т. д.).

Одним из существенных критериев оценки конструкции является ее технологичность, которая обеспечивается применением в новой машине деталей простейших конфигураций с минимальной обработкой (штамповка, точное литье, фасонный прокат, сварка, резание), унификацией деталей в различных сборочных единицах, стандартизацией конструктивных элементов деталей (канавки, фаски), применением в новой машине деталей и узлов, ранее освоенных в производстве.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА СБОРКУ

Последовательность и особенность выполнения сборочных операций наиболее наглядно можно изобразить на технологической схеме сборки. При построении этой схемы (рис. 67, а) изделие разделяют на составные элементы — детали (рис. 67, б). Каждый элемент изображают в виде прямоугольника, разделенного на три части (см. рис. 67, а), в верхней из которых указывают наименование детали, в левой нижней — ее индекс, в правой нижней — количество деталей, входящих в сборочную единицу. На схеме должны быть также обозначены базовая деталь, сборочные единицы и готовое изделие.

Технологическую схему сборки (см. рис. 67) составляют в такой последовательности:

в левой части схемы изображают в виде прямоугольника базовую деталь (ось ролика), на которой будет собираться все изделие;

в правой части схемы также в виде прямоугольника изображают собранное изделие (натяжной ролик);

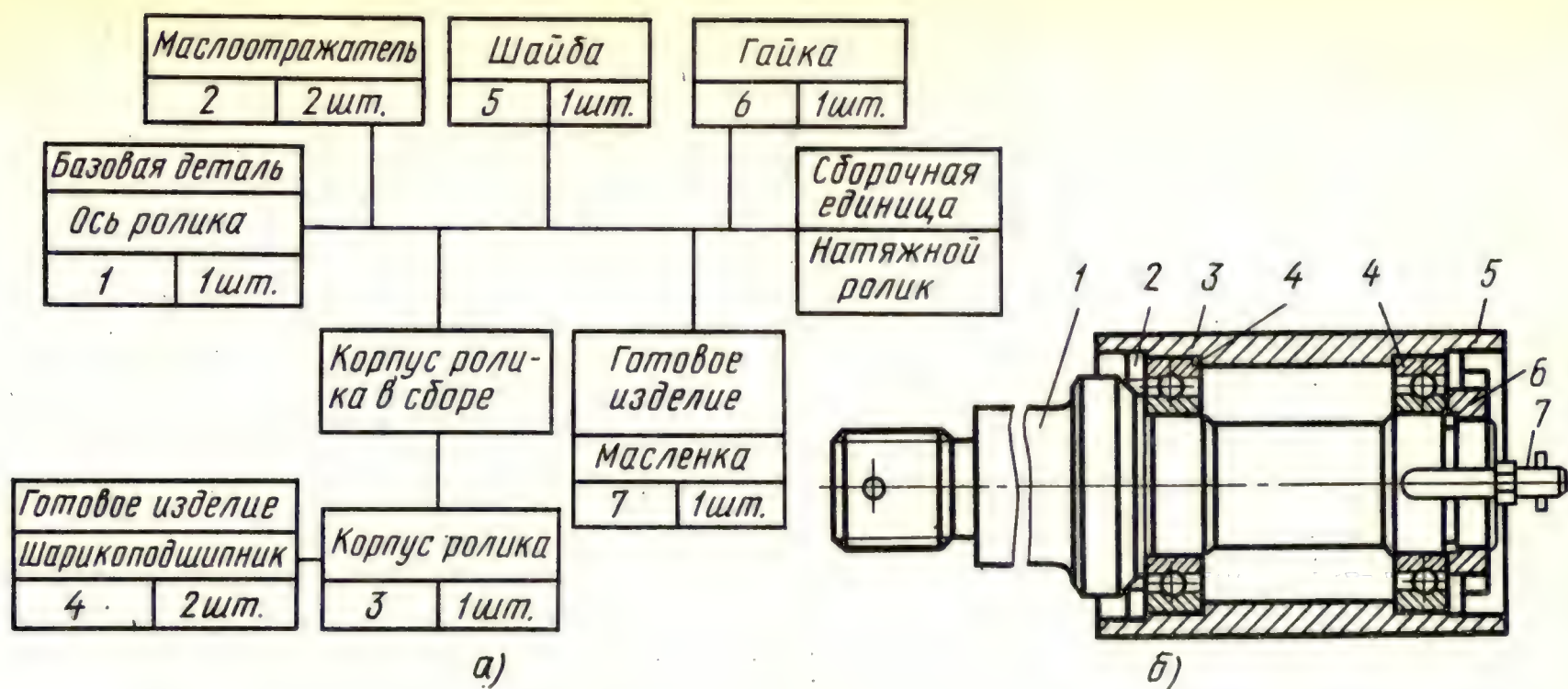


Рис. 67. Схема сборки (а) сборочной единицы (б)

прямоугольники, обозначающие базовую деталь и собранное изделие, соединяют прямой линией;

снизу и сверху от линии изображают в виде прямоугольников детали и узлы, которые будут собираться на базовой детали; располагают прямоугольники, соответствующие деталям и узлам, в той последовательности, в которой последние устанавливаются на базовой детали.

Если какой-либо узел должен быть установлен на базовую деталь в собранном виде (в нашем примере — корпус ролика в сборе), то на схеме необходимо показать последовательность его сборки. Использование в изделии готовых предварительно собранных узлов (в нашем примере — подшипник и масленка) также должно быть отражено в схеме сборки.

На основе выполненной схемы разрабатывают технологический процесс сборки, составляя технологические, маршрутные и операционные карты сборки.

Технологическая карта — это форма технологической документации, в которой записан весь процесс обработки изделия, указаны операции и их составные части, материалы, производственное оборудование и технологические режимы, необходимое для изготовления изделия время, квалификация работников и т. п.

Маршрутная карта — документ, содержащий описание технологического процесса сборки по операциям. Применяют маршрутные карты, как правило, в мелкосерийном и единичном производстве.

Операционная карта (рис. 68) содержит более подробное описание операций с расчленением их по переходам. В серийном и массовом производстве операционные карты сборки разрабатывают отдельно на каждую сборочную операцию.

ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями (сериями), и сравнительно большим объемом выпуска. Характерная особенность сборки в условиях серийного производства — расчленение сборочного процесса на узловую сборку (отдельных сборочных единиц, агрегатов, механизмов) и общую. При выпуске крупных серий применяют так называемую подвижную сборку. При этом специализированные рабочие места располагают вдоль линии сборки, а собираемая машина последовательно перемещается сборочным конвейером с одной сборочной операции на другую. Взаимосвязь рабочих мест сборщиков обусловлена общим рабочим ритмом. Расположение рабочих при подвижной сборке может быть различным.

Организация сборочных работ в условиях массового производства. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени. В условиях массового производства процесс сборки характеризуется закреплением за каждым рабочим местом одной сборочной операции изделия одной модели. Главной особенностью организации труда сборщика является глубокое расчленение сборки и разделение труда при строго установленной продолжительности сборочных операций и тесной взаимосвязи рабочих мест.

Для этого типа производства характерна наивысшая организационная форма — непрерывный поток. Ритмичный характер сборочного производства при поточной сборке требует такого же ритмичного обеспечения рабочих мест деталями и материалами, что достигается широким использованием механизированного транспорта, в основном конвейеров.

§ 6. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Взаимозаменяемость — свойство одних и тех же деталей, узлов или агрегатов машин, механизмов, аппаратов и других конструкций, позволяющее устанавливать детали (узлы, агрегаты) в процессе сборки или заменять их без предварительной пригонки при сохранении всех требований, предъявляемых к работе узла, агрегата и конструкции в целом. Основой взаимозаменяемости является рациональная система допусков размеров или других параметров изделий.

Взаимозаменяемость может быть полной (для всех изделий) и неполной (при разделении изделий на партии по сопрягаемым размерам и другим параметрам; в пределах партии изделия используются уже без подбора).

В соответствии с определенными условиями производства сборка в той или иной степени связана с выполнением пригоночных операций, в зависимости от соотношения которых с чисто сборочными операциями различают три вида сборки —

с полной взаимозаменяемостью, с неполной взаимозаменяемостью и с индивидуальной пригонкой.

Сборку с полной взаимозаменяемостью применяют в условиях крупносерийного и массового производства. Ее сущность состоит в том, что все детали сборочной единицы обрабатываются в механических цехах по предельным калибрам и станочная обработка является окончательной. При такой обработке деталь устанавливают в узел без предварительной сортировки или подбора к другой детали, получая при этом соединение с требуемой посадкой. Этот способ сборки позволяет организовать поточное производство.

Принцип полной взаимозаменяемости приводит к необходимости обрабатывать детали в механических цехах с жесткими предельными допускаемыми отклонениями, что при снижении стоимости сборочных работ ведет к удорожанию механической обработки.

Сборка с неполной взаимозаменяемостью заключается в том, что допуски на размеры детали увеличивают до экономически оправданного значения. При такой сборке требуемая посадка обеспечивается путем предварительного подбора деталей по размерам.

Сборку с индивидуальной пригонкой применяют в условиях единичного и мелкосерийного производства. При этом сопрягаемые детали соединения подвергают слесарной обработке для обеспечения требуемой посадки.

§ 7. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К СБОРКЕ И ИХ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Подготовка деталей к сборке. Все поступающие на сборку детали должны быть очищены от металлической пыли, стружки и других загрязнений. Детали очищают различными способами — механическим, промывкой, обдуванием сжатым воздухом.

Очистка деталей от антикоррозионной смазки, следов краски на поверхности и других твердых загрязнений может быть выполнена механическим путем с помощью приводных и ручных металлических щеток, пескоструйной обработкой и т. д.

В условиях единичного и мелкосерийного производства детали перед сборкой промывают в моечных баках и ваннах. В условиях серийного и массового производства для этих целей применяют специальные моечные машины. Существует несколько видов промывки — химическая (окунанием), струйная (в органических растворителях), электрохимическая, ультразвуковая. Процесс промывки деталей условно можно разделить на несколько этапов: механическое воздействие жидкости; смачивание; температурное воздействие; адсорбирование; смывка.

Качественную очистку деталей обеспечивает обдувание их сжатым воздухом, подаваемым под давлением 30...50 МПа.

Транспортирование деталей. Виды внутризаводского транспорта весьма разнообразны. Применение тех или иных меха-

низмов для транспортирования деталей зависит от типа сборочного производства, характера изготавливаемых изделий, их массы и габаритных размеров.

В условиях индивидуального и мелкосерийного производства, характеризующегося широкой номенклатурой и небольшим количеством изделий в партии, применяют преимущественно универсальные транспортные средства периодического действия, в большинстве случаев — различные тележки, как ручные, так и с электроприводом.

В условиях крупносерийного и массового производства для транспортирования деталей служат конвейеры различных типов. Роликовые конвейеры изготавливают или в виде длинных роликовых столов, располагаемых вдоль рабочих мест, или в виде отдельных секций, установленных между рабочими местами. При необходимости роликовые конвейеры могут иметь разветвления, которые позволяют перемещать детали в нескольких направлениях.

Для доставки деталей к рабочим местам линии общей сборки используют напольные тележечные вертикально замкнутые конвейеры.

Подвесные цепные конвейеры представляют собой замкнутые тяговые устройства в виде цепи с каретками, несущими подвески для груза. Каретки передвигаются по жестким направляющим, подвешенным к стенам, фермам или колоннам здания. Кроме того, для транспортирования деталей в сборочных цехах применяют и другие типы конвейеров, например ленточные, пластинчатые.

Контрольные вопросы

1. Как образуются кинематические пары?
2. Каково назначение кинематических схем?
3. По каким признакам и как классифицируют механические передачи?
4. Как определить передаточное число механической передачи?
5. Что такое взаимозаменяемость и как она влияет на производительность сборки и ее качество?
6. Какие типы производства вы знаете?
7. Какую технологическую документацию используют в сборочном процессе?
8. Как подготовить детали к сборке?

ГЛАВА 7

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

§ 1. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Общие сведения. В современном машиностроении применение подшипников скольжения ограничено определенными условиями эксплуатации. В основном их используют в следующих случаях:

для быстроходных валов, при работе которых долговечность подшипников качения очень мала;

при необходимости особо точной установки валов;

при применении в механизмах валов очень большого диаметра, для которых не изготавливают серийно подшипники качения;

для коленчатых валов, когда в процессе сборки требуется разъемный подшипник;

для валов, испытывающих ударные нагрузки (используются демпфирующие свойства масляного слоя подшипника скольжения);

если по условиям эксплуатации подшипник работает в воде или агрессивной среде;

для тихоходных передач, так как в этом случае подшипник скольжения оказывается проще по конструкции и дешевле, чем подшипник качения.

В зависимости от усилий, действующих в узлах, используют подшипники различных конструкций:

радиальные, воспринимающие нагрузки, перпендикулярные оси вала;

упорные (подпятники), воспринимающие нагрузки, направленные вдоль оси вала;

радиально-упорные, могущие воспринимать одновременно нагрузки, направленные как перпендикулярно оси вала, так и вдоль нее (эти подшипники применяют крайне редко; при одновременном действии радиальных и осевых нагрузок чаще применяют одновременную установку в узел радиального и упорного подшипников).

К узлам с подшипниками скольжения предъявляют следующие технические требования:

конструкция подшипника и материал, из которого он изготовлен, должны быть такими, чтобы трение и износ валов были минимальными;

конструкция подшипника должна обеспечивать достаточные прочность и жесткость, чтобы противостоять усилиям, действующим на него вследствие деформации;

поверхности контакта должны воспринимать действующее на них усилие без выдавливания смазки, а также отводить теплоту, возникающую в процессе работы за счет сил трения;

конструкция подшипников должна обеспечивать простоту их сборки и обслуживания.

Смазочные материалы и их применение. Для повышения КПД, а также снижения до минимума трения, износа и нагрева трущихся поверхностей применяют различные типы смазочных материалов.

В зависимости от толщины масляного слоя различают три режима работы подшипников скольжения:

режим жидкостного трения — рабочие поверхности вала и подшипника полностью разделены слоем смазки,

толщина которого больше суммарной высоты микронеровностей поверхностей вала и подшипника;

режим полужидкостного трения — преобладает жидкостное трение, но на некоторых участках контакта наблюдается сухое трение*,

Режим полусухого трения — преобладает сухое трение, но на некоторых участках контакта наблюдается жидкостное трение.

Наиболее благоприятным является режим жидкостного трения. Для обеспечения такого вида трения необходимо создать избыточное давление, которое может быть получено гидростатическим (с помощью насоса) или гидродинамическим (с помощью вращения вала) путем. При вращении вал под действием внешних сил занимает эксцентрическое положение и в зазор, возникший между ним и подшипником, увлекается масло. В образовавшемся масляном клине создается избыточное гидродинамическое давление, обеспечивающее жидкостное трение.

Для смазывания подшипников применяют различные смазочные материалы, которые подразделяют на жидкие и густые (консистентные), твердые и газообразные. Основным смазочным материалом являются жидкие масла, которые хорошо распределяются по сопрягаемым поверхностям, обладают малым внутренним трением и хорошо работают в значительном диапазоне температур. Консистентные смазки применяют в подшипниках машин в тех случаях, когда требуется надежная герметизация подшипникового узла. Твердые смазочные материалы используют для смазывания подшипниковых узлов, работающих при больших температурах. Воздушную смазку применяют в подшипниках быстроходных и малонагруженных валов.

Для равномерного распределения смазки по всей длине сопряжения в деталях делают канавки, которые размещают обычно в малонагруженной части подшипника. Если подшипник в процессе работы испытывает большие нагрузки, то помимо смазочных канавок выполняют еще и смазочные карманы (специальные углубления, в которых размещается запас смазки). Наличие в подшипнике кармана способствует попаданию смазки по смазочным канавкам в наиболее нагруженные места. Длина смазочных канавок в целях предотвращения вытекания масла из соединения не должна превышать 0,8 длины рабочей поверхности подшипника.

Устройство подшипника. Подшипник скольжения состоит из корпуса и помещенного в него вкладыша, на который опирается вал. Корпус изготавливают обычно из чугуна, а вкладыш — из материала, который в паре с материалом вала обеспечивает

* С у х и м называют трение между телами, поверхности которых не смазаны.

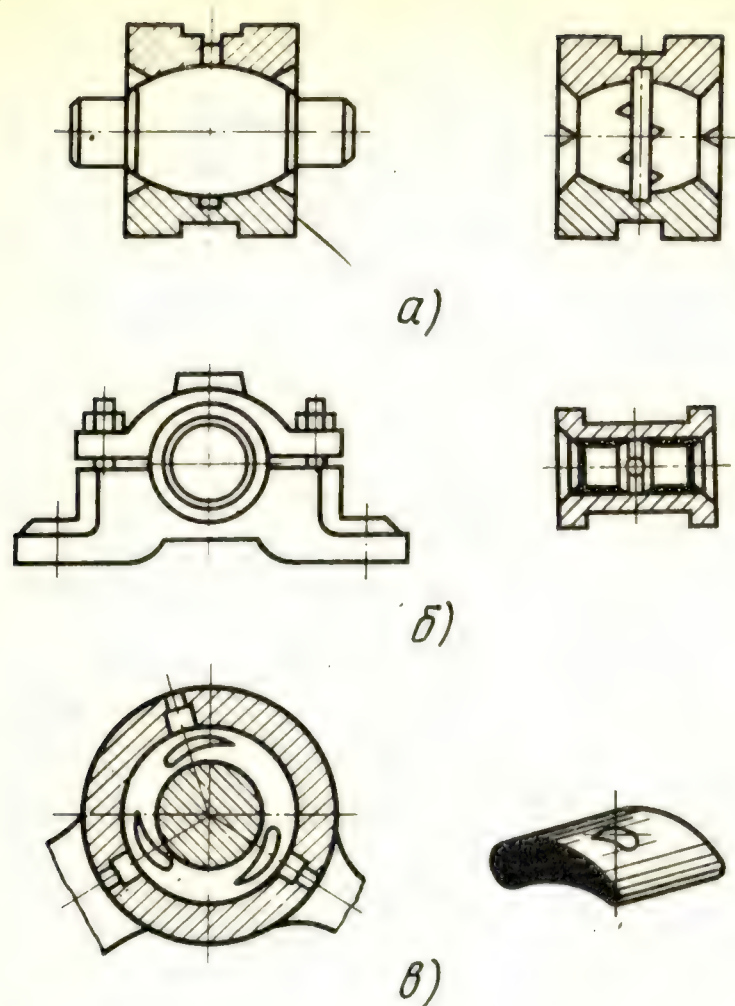


Рис. 69. Подшипники скольжения:
а — неразъемный, б — разъемный, в —
сегментный

наименьший коэффициент трения. Для изготовления вкладышей подшипников используют антифрикционные чугуны и бронзы, а также пластические массы. При износе замена вкладыша обходится значительно дешевле, чем замена всего подшипника.

По конструкции различают подшипники скольжения с разъемным и неразъемным корпусом. Вкладыш подшипника с неразъемным корпусом может быть выполнен в виде втулки. При работе в режиме жидкостного трения применяют подшипники скольжения с сегментными вкладышами, которые образуют несколько масляных клиньев и обеспечивают надежную работу узла.

В подшипниках скольжения для увеличения несущей способности и надежности работы применяют самоустанавливающиеся сегменты. Конструкции подшипников скольжения и применяемых в них вкладышей схематически показаны на рис. 69, а...в.

§ 2. СБОРКА НЕРАЗЪЕМНОГО ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ

Установка втулки в корпус подшипника. Операция установки втулки в корпус неразъемного подшипника скольжения состоит из нескольких переходов: 1) запрессовка втулки в корпус; 2) закрепление втулки в корпусе от проворачивания; 3) подгонка отверстия втулки по шейке вала; 4) проверка равномерности прилегания втулки к шейке вала. Втулку устанавливают в отверстие корпуса неразъемного подшипника скольжения с натягом по 2...3-му качеству. Установку втулки с натягом можно осуществить несколькими способами, основными из которых являются следующие:

запрессовка молотком с применением специальных оправок;

запрессовка на прессе;

запрессовка методом глубокого охлаждения (этот способ применяют, как правило, при установке тонкостенных втулок в корпус большой массы).

В некоторых случаях установку втулок в корпус с зазором осуществляют с помощью клея.

Во избежание перекоса оси втулки относительно оси отверстия корпуса при запрессовке применяют специальные приспособления, обеспечивающие центрирование втулки относительно этой оси (рис. 70). Втулку 1 надевают на оправку 2, которая

центрируется в стойке 3. При опускании штока пресса оправка 2 перемещается вместе с втулкой, которая запрессовывается в отверстие корпуса 4.

Для лучшего направления втулки в отверстия на направляющих поверхностях должны быть предусмотрены фаски или направляющие пояски. Если посадка втулки в корпус осуществляется с большим натягом, то для уменьшения сил трения применяют смазывание машинными маслами.

В условиях единичного и мелкосерийного производства для механизации процесса запрессовки удобно использовать специальную установку (рис. 71). Она представляет собой комплексный агрегат, установленный на основании 12 и состоящий из насосной станции 11, установочного подъемника 9 с кон-

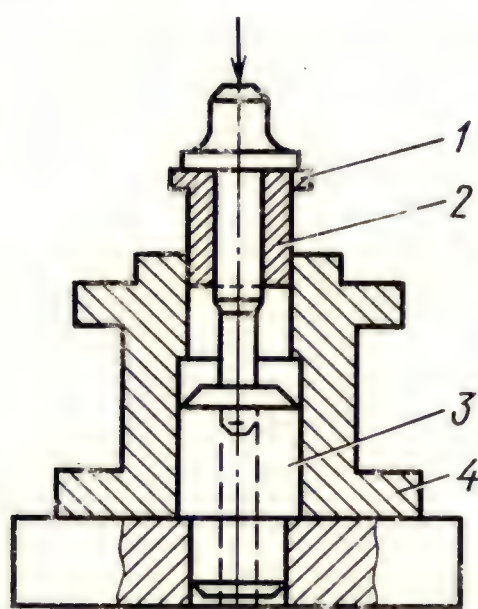


Рис. 70. Приспособление для центрирования втулки относительно корпуса:

1 — втулка, 2 — оправка, 3 — стойка, 4 — корпус

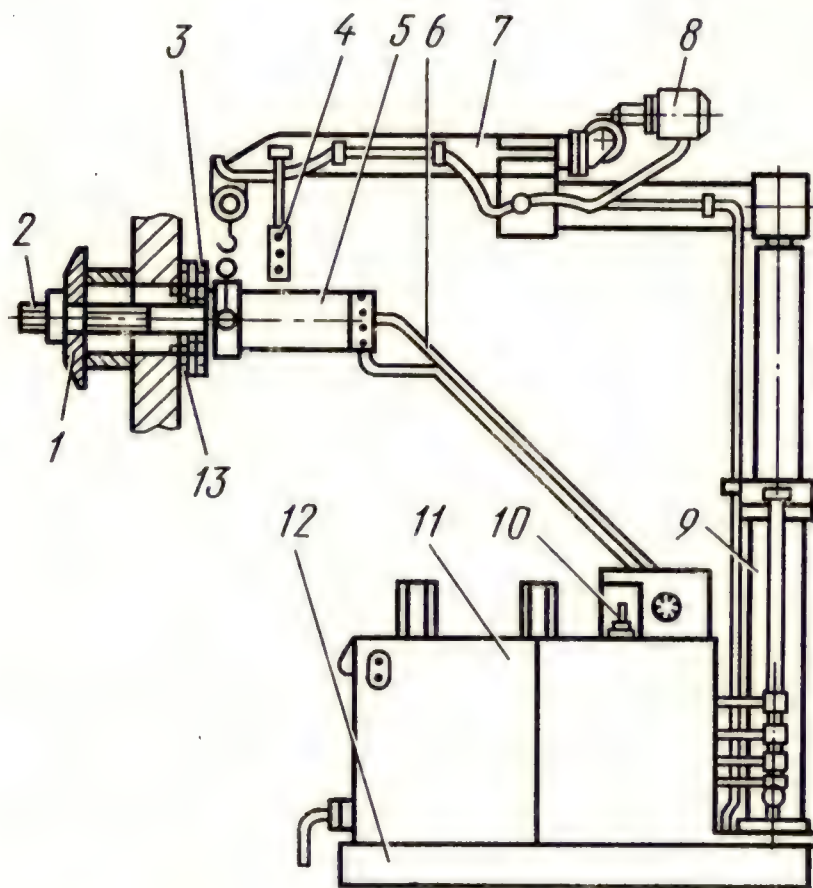


Рис. 71. Установка для механизированной запрессовки втулок:

1 — чека, 2 — шток цилиндра, 3 — планшайба, 4 — кнопочный пульт, 5 — силовой гидроцилиндр, 6 — гибкий шланг, 7 — стрела, 8 — механизм подъема, 9 — подъемник, 10 — кран управления, 11 — насосная станция, 12 — основание, 13 — кулачок

сольной стрелой 7, механизма подъема 8 и двух сменных гидроцилиндров. Силовой цилиндр 5 подключают к насосной станции гибкими шлангами 6 и устанавливают по оси отверстия корпусной детали, используя с этой целью механизм подъема стрелы подъемника.

С помощью кулачков 13 цилиндр центрируют по отверстию и настраивают на определенный размер, используя кольцевые риски планшайбы 3. Втулку, подлежащую запрессовке, устанавливают на штоке 2 цилиндра и фиксируют с помощью закладной чеки 1 и гайки. После включения с кнопочного пульта в силовом цилиндре происходит запрессовка втулки. Для подключения агрегата к насосной станции служит кран 10. Перемещение стрелы осуществляется дистанционно с кнопочного пульта 4.

После запрессовки внутренняя поверхность втулки вследст-

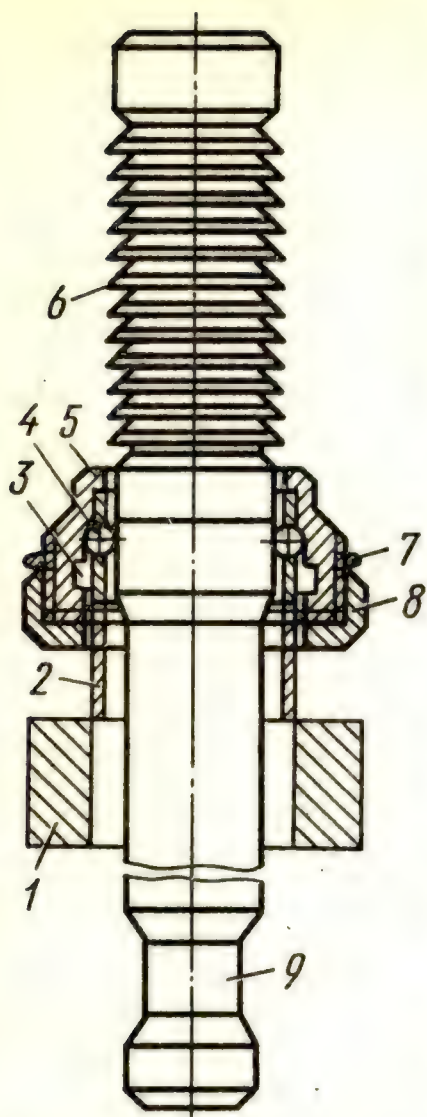


Рис. 72. Устройство для запрессовки втулок и одновременной обработки отверстия:

1, 5 — корпуса, 2 — втулка, 3 — гильза, 4 — шарик, 6 — протяжка, 7 — контргайка, 8 — гайка, 9 — тяга

вие остаточных деформаций, вызванных усилием запрессовки, изменяет геометрическую форму и размеры, восстановить которые можно дополнительной обработкой отверстия втулки. Для этого используют несколько способов — развертывание, тонкое растачивание, калибрование с применением уплотняющих оправок, раскатывание шариковыми или роликовыми раскатниками, шабрение, протягивание.

Запрессовку втулок и обработку в них отверстий можно совместить, применив специальное устройство (рис. 72). На запрессовываемую в корпус 1 втулку 2 устанавливают прессующий элемент устройства — корпус 5 с гильзой 3, в окна которой расположены шарики 4. Хвостовик протяжки 6 устанавливают в отверстие втулки и соединяют с захватным устройством протяжного станка. При сообщении тяге 9 осевого перемещения коническая часть протяжки упирается в шарики, вызывая перемещение гильзы 3 до тех пор, пока гайка 8, установленная на корпусе 5, не упрется в корпус 1, вызвав относительное перемещение гильзы 3 в крайнее нижнее положение. При таком перемещении гильзы 3 шарики попадут в выточку в корпусе 5, обеспечивая свободное перемещение протяжки вниз и обработку отверстия в запрессованной втулке. Момент окончания запрессовки определяется

натяжением гайки 8 на корпусе 5, которое фиксируется с помощью контргайки 7.

При автоматизированной сборке неразъемных подшипников втулки попадают на сборку из бункера таким образом, чтобы их положение относительно корпуса было ориентировано в направлении запрессовки. Для центрирования втулок относительно отверстия корпуса применяют различные приспособления, одно из которых показано на рис. 73. Втулка 1, поступающая из бункера, устанавливается на центрирующий палец 3, на котором находится охватывающая деталь 2. Собранные соединения удаляются с плиты 4 под воздействием пружины 5.

Стопорение втулки в корпусе подшипника. После установки втулки в корпус с необходимым натягом следует принять меры по предотвращению ее проворачивания в процессе работы механизма. С этой целью втулку дополнительно закрепляют в корпусе с помощью винтов или штифтов, которые устанавливают или по торцевым поверхностям, или по поверхностям сопряжения. Наиболее распространенные способы

закрепления втулок в корпусах показаны на рис. 74, а...е. Подготовка отверстий под стопорные винты и штифты производится при запрессованной в отверстие втулке, т. е. по месту. Подготовка отверстия под стопорящее изделие зависит от выбора способа стопорения. Во всех случаях стопорящие детали не должны выступать из корпуса и должны быть утоплены не менее чем на 0,3 мм. В тех случаях, когда стопорение осуществляют гладкими штифтами за счет их обжатия металлом основных деталей, отверстия в корпусе сверлят заранее, а отверстия во втулке — после ее запрессовки. Стопорящий штифт должен входить в отверстие с натягом.

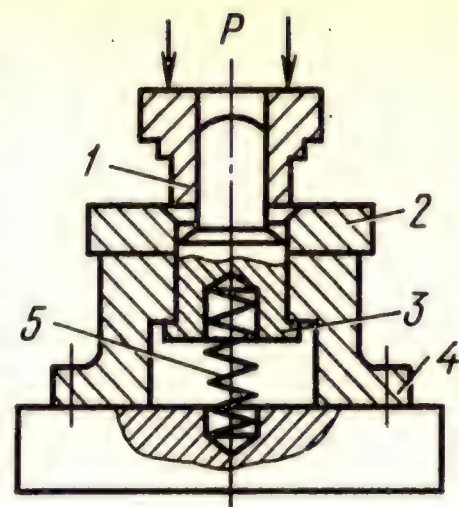


Рис. 73. Приспособление для обеспечения соосности отверстия и втулки при автоматической запрессовке:
1 — втулка, 2 — охватывающая деталь, 3 — центрирующий палец, 4 — плита, 5 — пружина

Для обеспечения нормальной работы подшипника после запрессовки втулки необходимо тщательно проверить состояние ее рабочей поверхности, так как наличие перекоса или повреждения рабочей части втулки ведет к неравномерному распределению масляного слоя и появлению местного сухого трения, результатом чего является неравномерная работа вала и его быстрый износ.

От правильности установки подшипников зависит работа всего механизма в целом, поэтому основным требованием при сборке подшипниковых узлов является обеспечение соосности всех подшипников, в которых будет установлен вал. Если в механизм устанавливают несколько валов, то помимо соосности подшипников каждого вала необходимо обеспечить взаимную параллельность и перпендикулярность осей подшипников многоопорных валов.

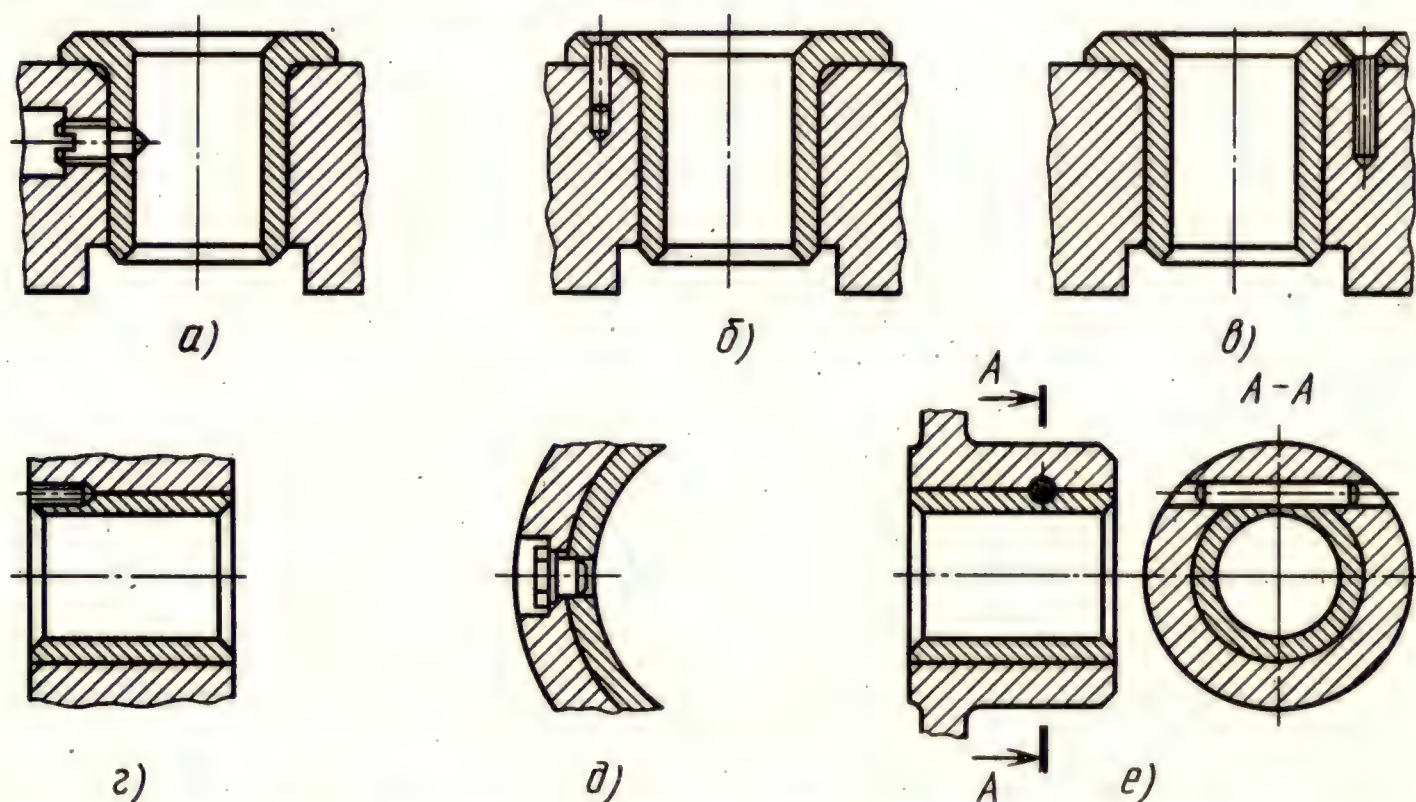


Рис. 74. Способы закрепления втулок в корпусах:
а — резьбовым стопором, б, в — штифтом и винтом по отверстию в буртике, г — резьбовым штифтом, д — гладким стопором, е — штифтом по касательной

§ 3. СБОРКА РАЗЪЕМНОГО ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ

Разъемные подшипники могут иметь вкладыши толстостенные, тонкостенные и с нормальной толщиной стенки. Причем критерием отнесения вкладыша к тому или иному виду является не абсолютная толщина его стенки, а ее отношение к наружному диаметру вкладыша. Если это отношение больше 0,065, вкладыш считают толстостенным, если оно меньше 0,045 — тонкостенным. В том случае, если значение отношения толщины стенки вкладыша к его наружному диаметру находится в интервале между приведенными значениями, стенка вкладыша считается нормальной толщины. Толстостенные вкладыши обычно изготавливают из малоуглеродистой стали, чугуна или бронзы и заливают баббитом. Толщину слоя баббита выбирают в пределах до 0,01 внутреннего диаметра вкладыша, но в любом случае она не должна превышать 2 мм.

Сборка разъемных подшипников в условиях единичного и мелкосерийного производства связана с выполнением пригоночных работ, которые ведут в два этапа: 1) осуществляется пригонка вкладыша к корпусу подшипника; 2) осуществляется пригонка посадочного места вкладыша по шейке вала. Пригонку выполняют путем пришабривания, добиваясь, чтобы пятна краски покрывали не менее 75 % площади поверхности вкладыша, располагаясь по ней равномерно. При контроле качества шабрения количество пятен контакта должно составлять не менее 4...5 на 1 см² этой площади. Контроль осуществляют с помощью специального шаблона.

Окончательно вкладыш пригоняют при установленных крышках. Для определения мест, которые необходимо пришабрить, производят затяжку гаек крышек одного из подшипников тарированным ключом с заданным усилием и проворачивают вал на два-три оборота. Затем гайки первого подшипника отпускают, затягивают гайки следующего подшипника и так повторяют до тех пор, пока не будут затянуты и отпущены гайки всех подшипников. После этого подшипники раскрывают и производят окончательное пришабривание нижней и верхней половин вкладыша по следам, которые на них остались после проворачивания вала. Эту операцию повторяют до достижения требуемой точности прилегания вкладыша к валу. Качество прилегания вкладыша к валу оценивают по блеску на поверхности вкладыша, появляющемуся в местах сухого трения вала о вкладыш, т. е. в местах, выступающих над поверхностью последнего.

Радиальные зазоры между шейкой вала и вкладышем проверяют, проворачивая вал при установленных между ним и верхней половиной вкладыша калиброванных латунных пластинок. Если по условиям работы требуются большие зазоры, их размер определяют при проворачивании вала по степени деформации свинцовой проволоки, установленной между

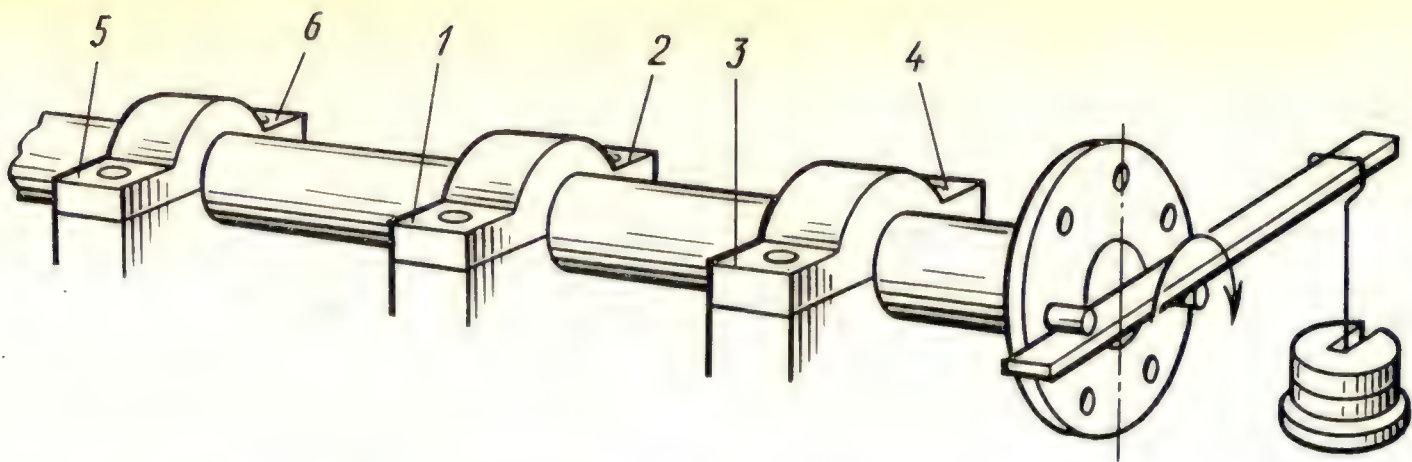


Рис. 75. Последовательность затяжки гаек и схема проверки усилия проворачивания вала

шейкой вала и вкладышем. Для регулирования радиального зазора в разъемных подшипниках предусмотрена установка прокладок между корпусом и крышкой. Их применяют в виде комплектов отдельных пластин толщиной 0,05...0,8 мм. Осевые зазоры в узлах с подшипниками скольжения проверяют щупом или индикатором при предельных осевых перемещениях вала; они должны составлять 0,1...0,8 мм.

В условиях серийного и массового производства вкладыши изготавливают взаимозаменяемыми, поэтому необходимость в пригоночных операциях отпадает. Сборка подшипников скольжения осуществляется в следующем порядке:

- укладка нижнего вкладыша в корпус;
- смазывание поверхностей скольжения вкладыша;
- укладка вала;
- установка верхнего вкладыша;
- установка прокладок, обеспечивающих радиальный зазор в подшипниках;
- установка крышек;
- предварительная затяжка гаек;
- окончательная затяжка гаек тарированным ключом (рис. 75);
- проверка усилия проворачивания вала (см. рис. 75);
- шплинтовка гаек для предотвращения их отвинчивания.

При установке толстостенных вкладышей последние заливают слоем антифрикционного металла, в качестве которого широко используют баббиты, свинцовые бронзы, а также устанавливают ленту из алюминия или биметалла. Правильность формы вкладышей после заливки проверяют по краске. В случае установки тонкостенных вкладышей натяг создают затяжкой гаек при сборке подшипника, однако малая толщина стенок вкладышей не обеспечивает их плотного прилегания к посадочному месту корпуса.

После монтажа подшипниковых узлов осуществляют их приработку, начиная с малых нагрузок и частот вращения и доводя их постепенно до номинальных.

§ 4. СБОРКА ПОДШИПНИКА ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ

Сборка подшипников жидкостного трения, являющихся разновидностью подшипников скольжения, — операция весьма ответственная и должна осуществляться в специальном помещении. После проверки качества изготовления всех составляющих их деталей (должны отсутствовать погрешности геометрических размеров и формы, шероховатость поверхности должна соответствовать требуемой, не должно быть коррозии, царапин, забоин, заусенцев, рисков и т. п.) последние промывают в масле и в бензине, сушат и покрывают тонким слоем специального масла.

Подшипник жидкостного трения (рис. 76) состоит из двух основных деталей — конической массивной втулки 9 и вкладыша 8

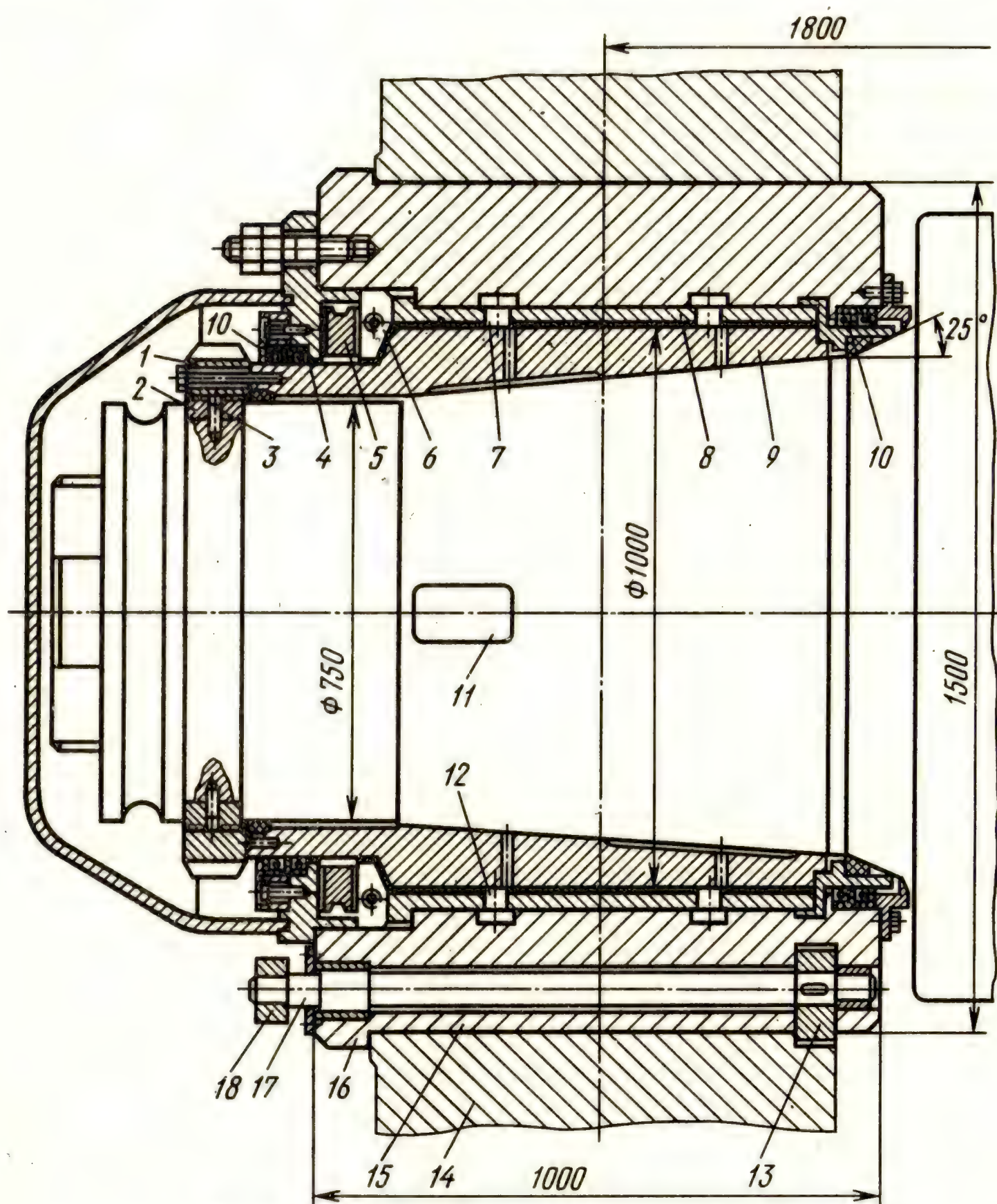


Рис. 76. Подшипник жидкостного трения:

1, 2, 5, 6, 10 — кольца, 3 — штифт, 4 — крышка, 7, 12 — отверстия для подвода и отвода масла, 8 — вкладыш, 9 — коническая втулка, 11 — шпонка, 13 — эксцентрик, 14 — станина, 15 — подушка, 16 — прилив, 17 — валик, 18 — рукоятка

с тонким слоем баббитовой заливки. Смазочный материал поступает в подшипник через отверстие 7 и отводится через отверстие 12. При эксплуатации подшипников смазка увлекается втулкой 9, установленной на шейке вала и вращающейся во вкладыше 8, в клиновидный зазор между ними. Осевые усилия передаются через прижимное кольцо 5 на упорное кольцо 6. Втулка 9 крепится на валу шпонкой 11 и кольцом 1, которое навинчивается на резьбовое кольцо 2, состоящее из двух половин. Кольцо 2 вставляется в кольцевой паз и фиксируется штифтом 3. Для предохранения подшипника от загрязнения устанавливают уплотнительные кольца 10. Подушку 15 подшипника фиксируют в станине 14 приливом 16 и эксцентриком 13, который поворачивается валиком 17, приводимым в движение от рукоятки 18.

Сборку подшипников жидкостного трения в корпусе осуществляют по следующей схеме (рис. 77):

подушку 2 располагают на стеллаже в вертикальном положении;

в подушку 2 запрессовывают штифт 3;

втулку-вкладыш 1 устанавливают в подушку 2 таким образом, чтобы паз на бурте втулки совместился со штифтом 3;

устанавливают в подушку втулку-цапфу 5 с полукольцами 4, используя при установке технологическую шайбу 6;

устанавливают упорное кольцо 9;

навинчивают гайку 8 до упора и затем отпускают, обеспечивая осевой зазор;

устанавливают крышку 10 с запрессованным в ней штифтом 7 так, чтобы штифт попал в отверстие гайки 8 и обеспечил ее фиксирование во избежание самоотвинчивания;

поворачивают собранный узел на 180° ;

крепят узел к задней крышке 11.

После этого собранный подшипник устанавливают на вал, предварительно поместив в его паз шпонку 11 (см. рис. 76), а в кольцевую выточку — резьбовое кольцо 2, которое фиксируют штифтом 3. После установки обоих подшипников контролируют равномерность прилегания уплотнительных колец 10 и производят пробное прокручивание вала в подшипниках.

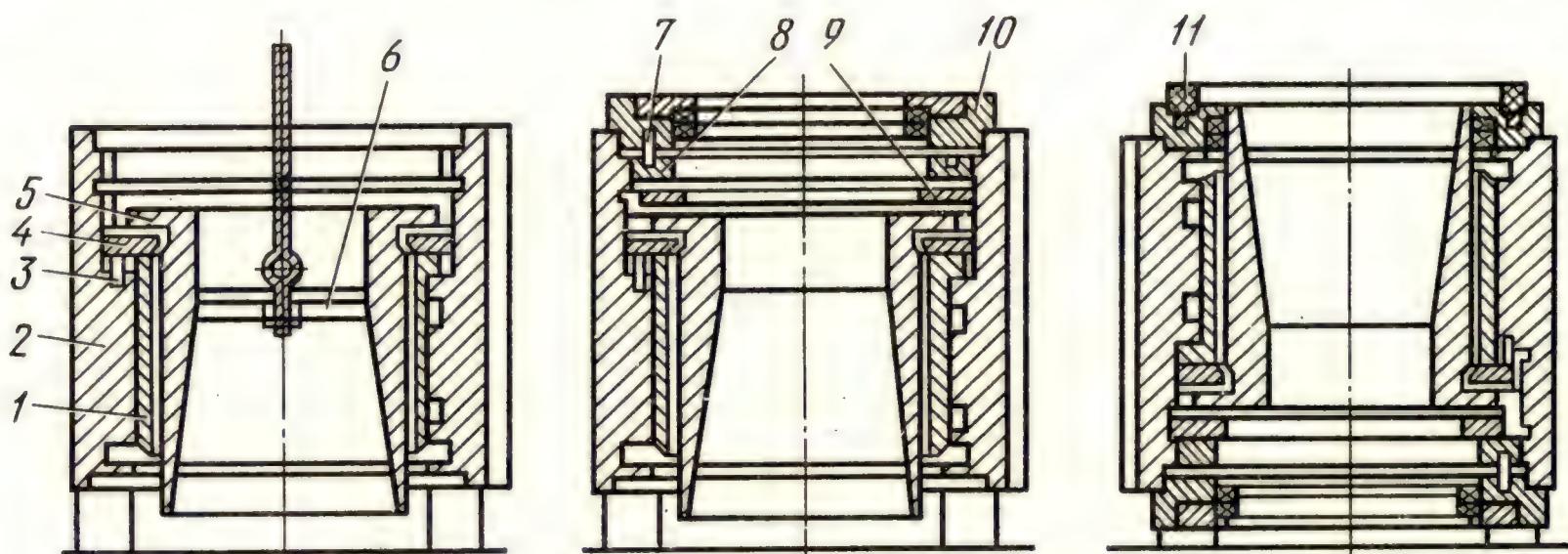


Рис. 77. К схеме сборки подшипника жидкостного трения:

1 — втулка-вкладыш, 2 — подушка, 3, 7 — штифты, 4 — полукольцо, 5 — втулка-цапфа, 6 — технологическая шайба, 8 — гайка, 9 — упорное кольцо, 10, 11 — крышки

В соответствии с техническими требованиями к изделиям после сборки подшипниковых узлов проверяют радиальное и осевое биения вала, поступление масла к опорам, уровень шума; выполняют также проверку на отсутствие заедания вала при пуске и остановке. Подшипниковые опоры в изделиях выполняют с особо высокой точностью. После испытания под нагрузкой подшипник разбирают, проверяют рабочие поверхности на отсутствие задиров и промывают детали, после чего осуществляют окончательную сборку, регулировку и обкатку подшипников под нагрузкой.

§ 5. КОНТРОЛЬ СБОРКИ

Как уже указывалось, основным критерием работоспособности подшипника скольжения является правильная установка подшипниковых опор, обеспечивающая их соосность. С этой целью при монтаже подшипниковых опор во время их предварительной установки применяют макетный вал, относительно которого и устанавливают опоры. Правильность установки подшипниковых опор, их соосность можно проверить несколькими способами: эталонным валом; линейкой и щупом; струной и штихмасом, или микрометрическим нутромером; оптическим методом.

При контроле соосности эталонным валом последний рассчитывают таким образом, чтобы его диаметр имел отклонения от номинального размера, соответствующие допускаемым отклонениям от соосности. Выполненный с соблюдением этих требований вал должен проходить во все втулки и легко вращаться в подшипниках.

Контроль соосности линейкой и щупом осуществляют следующим образом. Ребро линейки прикладывают к стенке вкладыша (рис. 78, а), а щупом контролируют зазор между ними.

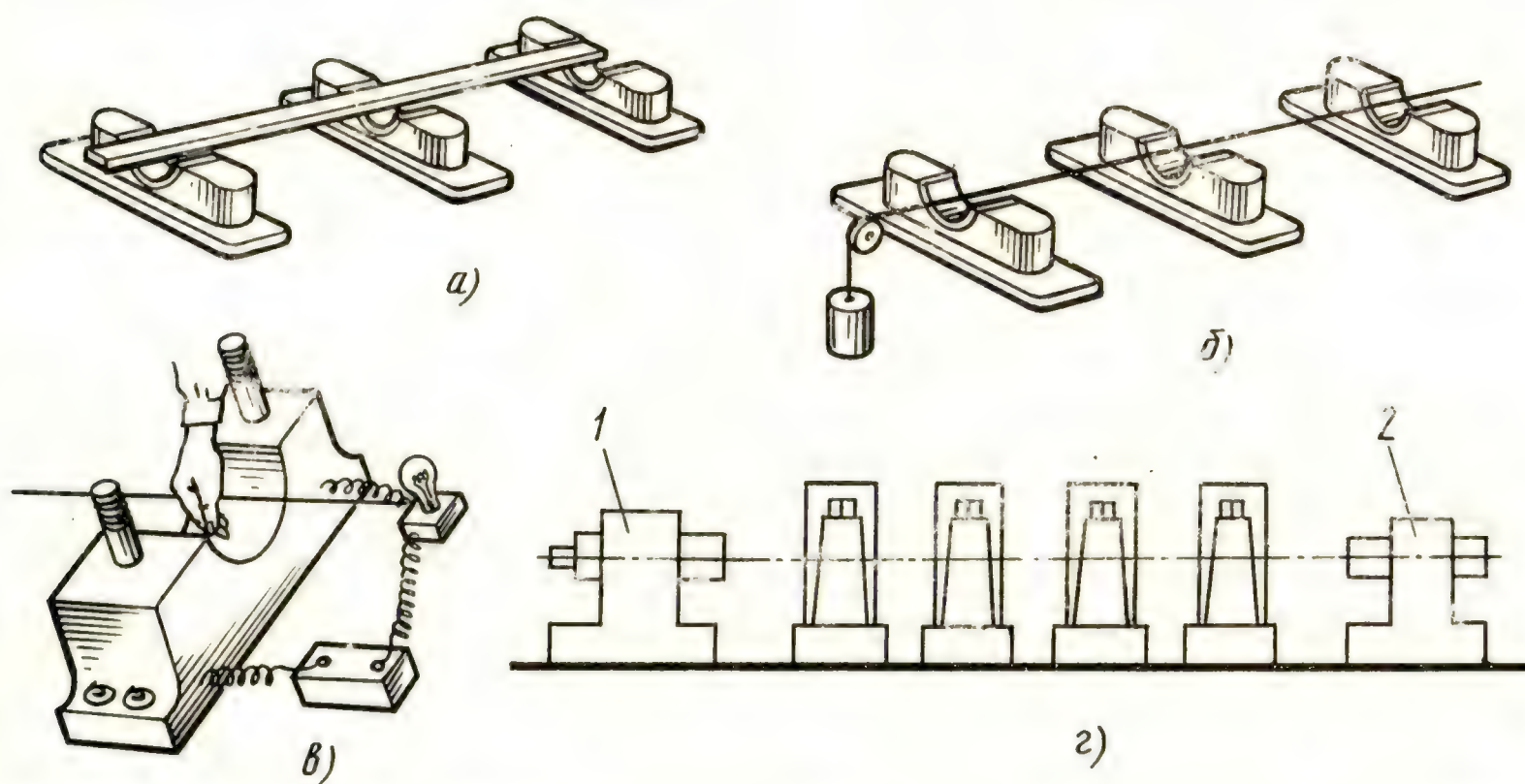


Рис. 78. Схемы контроля взаимного расположения подшипниковых опор с помощью линейки и щупа (а), струны и штихмасса (б, в), коллиматора и телескопа (г):

1 — коллиматор, 2 — телескоп

Таким способом проверяют соосность опор, находящихся друг от друга на расстоянии до 2 м.

Если к соосности подшипниковых опор не предъявляют высоких требований, то ее определяют с помощью натянутой струны, которая служит геометрической осью проверяемых опор, и штихмасса. Этот способ можно использовать при вертикальном и горизонтальном расположении опор.

Контроль осуществляют следующим образом. Струну из стальной проволоки $\varnothing 0,3...0,5$ мм прикрепляют к стойке так, чтобы ее можно было перемещать в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Один конец струны крепят к стойке неподвижно, а второй пропускают через ролик и подвешивают на нем груз, который должен быть таким, чтобы обеспечить натяжение струны усилием, примерно равным половине предела прочности ее материала. Чем сильнее натянута струна, тем выше точность контроля. По высоте струну устанавливают так, чтобы она совпадала с положением геометрической оси опор, указанным на чертеже. Расстояния от натянутой струны до поверхностей расточки корпуса должны быть равны между собой (рис. 78, б). При установке струны эти расстояния у крайних опор определяют с помощью штихмасса (микрометрического нутромера). Затем по натянутой струне, используя штихмасс, выставляют промежуточные опоры.

В тех случаях, когда требуется повысить точность установки опор, струну подключают к электрической схеме низкого напряжения (рис. 78, в). В момент касания измерительным инструментом струны и расточки в корпусе подшипника происходит замыкание электрической цепи и загорается сигнальная лампочка.

Наибольшей точности контроля соосности подшипниковых опор удастся добиться при использовании оптических методов с применением специальных приборов — телескопа и коллиматора (рис. 78, г) или автоколлиматора и зеркала. Для особо точного центрирования подшипниковых опор применяют автоколлиматор с лазерным устройством, использование которого обеспечивает точность до 0,8 мкм на 1 м длины при линейных измерениях и до $2'$ — при угловых.

Для контроля точности сборки отдельно стоящих подшипниковых опор применяют метод измерения нагрузок под каждой из них с помощью динамометров. Последние устанавливают в лапах подшипниковых опор и по их показаниям регулируют положение осей; после этого корпуса подшипников закрепляют. Этот метод применяют при контроле соосности крупногабаритных подшипников, например подшипников валов крупных морских и речных судов.

После контроля соосности опор подшипников, скольжения приступают к сборке и пригонке вкладышей подшипников к шейкам валов, которые предварительно притирают и покрывают тонким слоем краски. Последовательность пригонки вкладыша к шейке вала была описана выше.

§ 6. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Общие сведения. Опора качения состоит из корпуса, подшипника качения, устройств закрепления подшипника на валу и в корпусе, защитных и смазочных устройств подшипника.

Подшипник качения (рис. 79, а) состоит из наружного 1 и внутреннего 2 колец с дорожками качения, тел качения 3 (шариков или роликов), которые катятся по дорожкам качения подшипниковых колец, и сепаратора 4, отделяющего тела качения друг от друга и направляющего их движение, что обеспечивает правильную работу подшипника. С целью уменьшения габаритных размеров в некоторых конструкциях подшипников качения могут отсутствовать одно или оба кольца и сепаратор.

В зависимости от формы тел качения подшипники качения делят на шариковые и роликовые. Ролики могут быть цилиндрическими, коническими, витыми, бочкообразными, игольчатыми и др. (рис. 79, б). Игольчатые ролики при малом диаметре имеют большую длину. При больших угловых скоростях шариковые подшипники работают лучше, чем роликовые, но последние способны воспринимать бóльшие нагрузки.

По числу рядов тел качения подшипники классифицируют на однорядные и многорядные.

В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки различают подшипники:

радиальные, воспринимающие нагрузку, перпендикулярную оси вращения;

упорные, воспринимающие нагрузку, направленную вдоль оси вращения;

радиально-упорные и упорно-радиальные, воспринимающие нагрузку как перпендикулярную оси вращения, так и направленную вдоль нее.

По габаритным размерам подшипники качения подразделяют на серии (ГОСТ 3478—79). В зависимости от размера наружного диаметра подшипника различают серии сверхлегкие (2 серии),

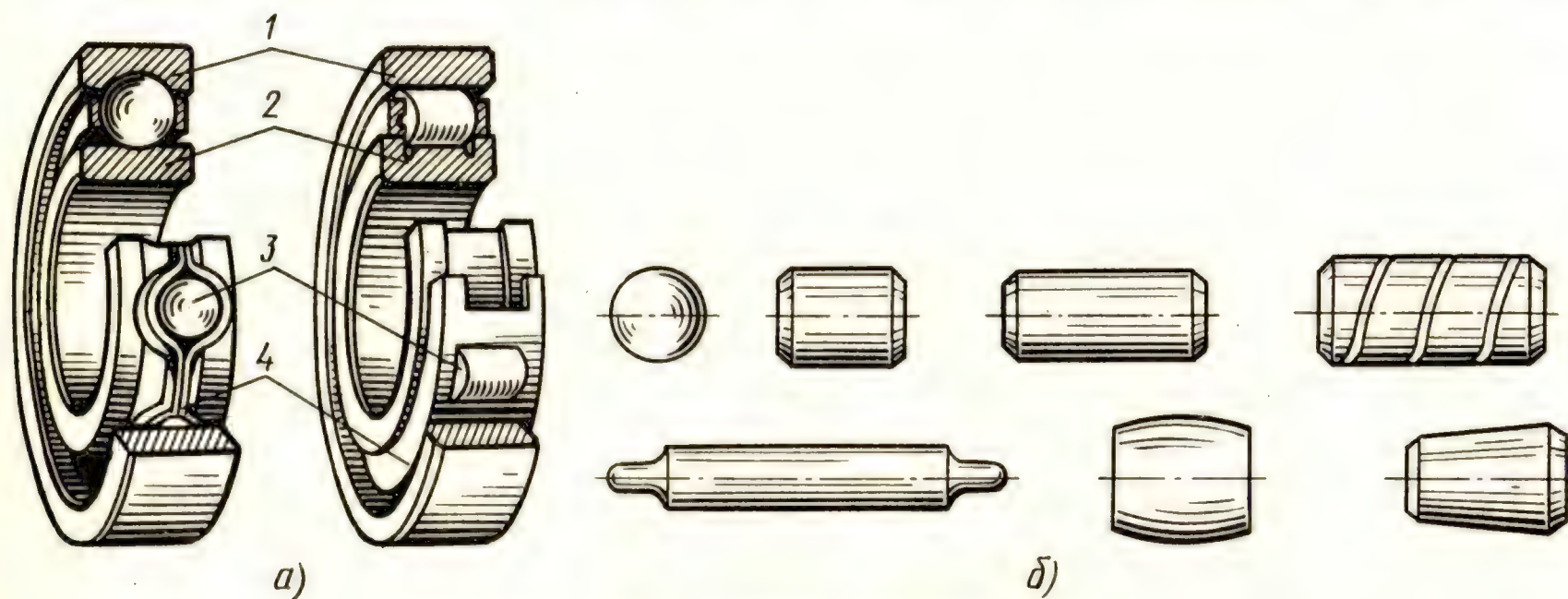


Рис. 79. Подшипник качения:

а — конструкция, б — формы тел качения; 1, 2 — наружное и внутреннее кольца, 3 — тела качения, 4 — сепаратор

особо легкие (2 серии), легкие, средние и тяжелые (7 серий). В зависимости от ширины подшипника серии подразделяются на особо узкие, узкие, нормальные, широкие и особо широкие. Наибольшее применение в машиностроении имеют подшипники легких и средних серий нормальной ширины.

По точности изготовления подшипники делят на 5 классов — 0, 6, 5, 4 и 2 (в порядке повышения точности). Точность подшипников определяется точностью его основных размеров (внутренний и наружный диаметры, ширина колец).

В машиностроении наиболее широко применяют подшипники невысоких классов точности, так как с повышением точности стоимость изготовления подшипников резко возрастает. Так, например, подшипник класса 2 примерно в 10 раз дороже подшипника класса 0.

Шарики, ролики и кольца подшипников изготавливают из специальных подшипниковых сталей марок ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ, 18ХГТ, 20Х2Н4А. Сепараторы выполняют из мягкой углеродистой стали, бронзы, алюминиевых сплавов, пластических масс.

Типы подшипников. 1. Шариковый радиальный однорядный (рис. 80, а), воспринимающий радиальную

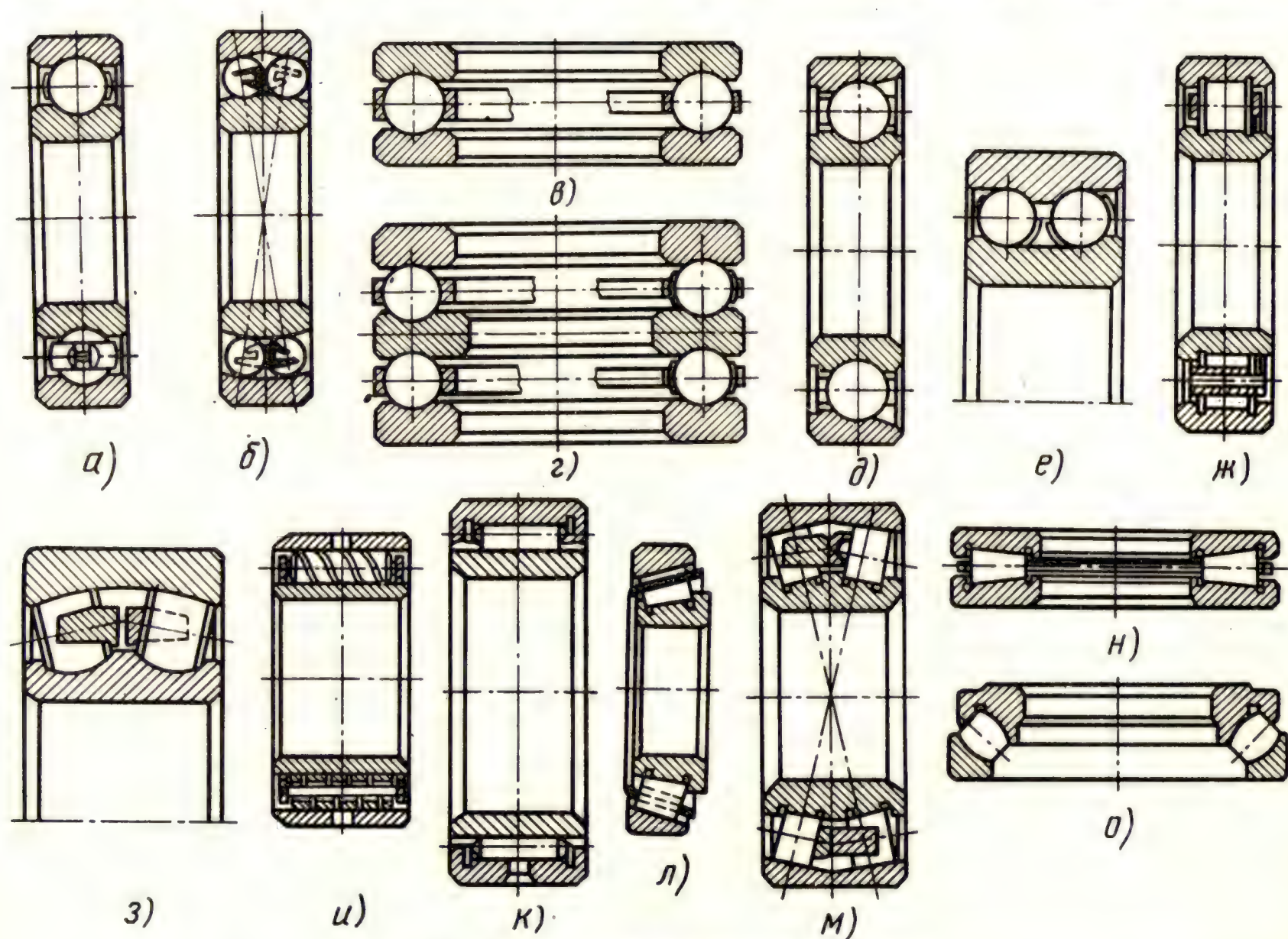


Рис. 80. Виды подшипников качения:

а — шариковый радиальный однорядный, б — шариковый радиальный сферический двухрядный, в — шариковый упорный однорядный, г — шариковый упорный двойной, д — шариковый радиально-упорный однорядный, е — шариковый радиально-упорный двухрядный, ж — роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами, з — роликовый радиально-упорный сферический двухрядный, и — роликовый с витыми роликами, к — роликовый игольчатый, л — роликовый конический однорядный, м — роликовый конический двухрядный, н — роликовый упорный с коническими роликами, о — роликовый упорный сферический

нагрузку; может одновременно воспринимать и осевые нагрузки, которые не должны превышать 70 % от неиспользованной радиальной нагрузки, представляющей собой разность между нагрузкой, допускаемой для данного типа подшипника, и нагрузкой, фактически действующей на подшипник.

2. Шариковый радиальный сферический двухрядный (рис. 80, б), обеспечивающий самоустанавливаемость, что позволяет использовать его при перекосе вала на $2...3^\circ$. Воспринимает радиальную нагрузку, но одновременно может воспринимать и осевую, составляющую до 20 % от неиспользованной радиальной.

3. Шариковый упорный однорядный (рис. 80, в) или двойной (рис. 80, г), воспринимающий только осевые нагрузки: односторонние — при использовании однорядного и знакопеременные — при использовании двойного подшипника.

4. Шариковый радиально-упорный однорядный (рис. 80, д), одновременно воспринимающий как осевую, так и радиальную нагрузки. Осевая нагрузка, воспринимаемая этим подшипником, не должна превышать неиспользованную радиальную более чем в 2 раза.

5. Шариковый радиально-упорный двухрядный (рис. 80, е), обеспечивающий восприятие значительных радиальных и знакопеременных осевых нагрузок. Конструкция подшипника обеспечивает высокую жесткость опор.

6. Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами (рис. 80, ж), воспринимающий большие радиальные нагрузки и имеющий грузоподъемность, в 1,7 раза превышающую грузоподъемность шарикового подшипника. Конструкция подшипника обеспечивает его легкую разборку в осевом направлении и допускает некоторое смещение наружного и внутреннего колец в осевом направлении, что способствует самоустановке вала в осевом направлении. При необходимости осевой фиксации вала применяют подшипник с бортом на наружном кольце.

Если необходимо фиксировать вал в двух осевых направлениях, используют подшипники, имеющие борта с двух сторон наружного кольца.

7. Роликовый радиально-упорный сферический двухрядный (рис. 80, з), имеющий два ряда бочкообразных роликов, расположенных в шахматном порядке. Дорожка качения выполнена в виде сферической поверхности, благодаря чему подшипник может самоустанавливаться. Воспринимает радиальную нагрузку, но может одновременно воспринимать и осевую, составляющую до 25 % неиспользованной радиальной.

8. Роликовый с витыми роликами (рис. 80, и), воспринимающий значительные (но только радиальные) нагрузки. Может воспринимать и ударные нагрузки, действие которых

«смягчается» с помощью роликов. Витые ролики изготавливают из ленты прямоугольного сечения.

9. Роликовый игольчатый (рис. 80, к), воспринимающий значительные (но только радиальные) нагрузки. Габаритные размеры подшипника очень малы. Сепаратор отсутствует.

10. Роликовый конический однорядный (рис. 80, л), одновременно воспринимающий значительные радиальные и односторонние осевые нагрузки. Грузоподъемность на 90 % превышает грузоподъемность шарикового радиально-упорного однорядного подшипника.

11. Роликовый конический двухрядный (рис. 80, м), воспринимающий большие радиальные и знакопеременные осевые нагрузки.

12. Роликовый упорный с коническими роликами (рис. 80, н), воспринимающий только осевые нагрузки.

13. Роликовый упорный сферический (рис. 80, о), воспринимающий осевую, но одновременно и небольшую радиальную нагрузку. Эти подшипники не могут работать с большими окружными скоростями, так как последние ограничены вследствие влияния на ролики центробежных сил.

Посадка внутренних колец подшипников качения на вал осуществляется по системе отверстия, а наружного кольца в корпус — по системе вала.

Для обеспечения нормальной посадки подшипника на вал или в корпус перед сборкой необходимо подобрать размеры наружного и внутреннего колец таким образом, чтобы они укладывались в поля допусков для выбранного подшипника и типа его посадки. Такая операция носит название селекции подшипников.

§ 7. МОНТАЖ ПОДШИПНИКА КАЧЕНИЯ НА ВАЛ

Работоспособность, надежность и долговечность подшипника качения зависят не только от качества его деталей и материала, из которого он изготовлен, но и от качества его установки в узел (при неправильной установке подшипники быстро изнашиваются). Подшипник качения должен точно фиксировать положение вала в сборочной единице; на него не должны влиять дополнительные нагрузки от температурных деформаций вала и перетяжки узла при его монтаже.

Перед началом сборки подшипники необходимо освободить от упаковки и промыть в бензине либо в разогретом минеральном масле с целью удаления антикоррозионной смазки. Промывку подшипников в бензине осуществляют в специальной таре, добавляя 6...8 % (по объему) минерального масла (Индустриальное-12 или Минеральное-20). Подшипники опускают в раствор и, придерживая внутреннее кольцо, вращают наружное до тех пор, пока со всех деталей не будет удалена антикоррозионная смазка.

Если подшипники сильно загрязнены, то вращать их при промывке не следует, так как твердые частицы загрязнений могут повредить беговые дорожки. Большие количества подшипников рекомендуются промывать в двух ваннах, используя одну для предварительной промывки, а другую для окончательной. После промывки в бензине подшипники просушивают.

Для промывки подшипников в минеральном масле применяют специальные ванны, оснащенные электрическим либо паровым подогревом масла. Большие количества подшипников малых размеров перед промывкой укладывают в сетчатые корзины, которые затем погружают в масляную ванну и встряхивают.

В тех случаях, когда упаковка подшипников не загрязнена, а антикоррозионная смазка не загустела, подшипники можно не промывать.

На подшипниках, поступивших на сборку, не должно быть следов коррозии, заусенцев, царапин, забоин и острых кромок; вращаться они должны плавно, без заедания. К установке подшипников приступают только после проверки посадочных мест на валу и в корпусе. Геометрические размеры и форма посадочных мест должны точно соответствовать указанным в чертеже.

При установке на вал подшипники независимо от применяемой посадки следует нагреть в минеральном масле, температура которого не должна превышать 100°C .

Для тепловой обработки подшипников перед установкой их на вал вместо нагрева в масляных ваннах все чаще применяют нагрев с помощью индукционных установок. Температуру нагрева

рассчитывают по формуле $t = \frac{\delta + \Delta}{dK_{\alpha}} + t_0$, где δ — расчетный натяг в сопряжении подшипника с валом; Δ — сборочный зазор при посадке подшипника на вал; d — диаметр внутреннего кольца подшипника; K_{α} — коэффициент линейного расширения материала подшипника; t_0 — температура окружающей среды.

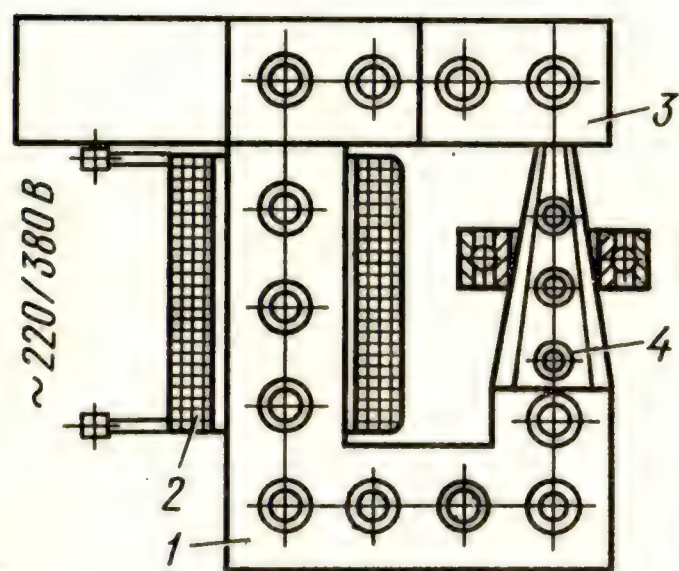


Рис. 81. Схема индукционно-нагревательной установки:

1 — неподвижный магнитопровод, 2 — катушка индуктивности, 3 — ярмо, 4 — пирамидальный конический наконечник

В условиях единичного производства для индукционного нагрева используют пирамидальные полюсные наконечники, которые позволяют осуществлять нагрев подшипников различных размеров и обеспечивают оптимальный температурный перепад Δt между наружным и внутренним кольцами подшипников. Индукционно-нагревательная установка (рис. 81) состоит из неподвижного магнитопровода 1 и установленной на нем катушки индуктивности 2. На магнитопроводе 1 крепят пирамидальный наконечник 4 и ярмо 3, образующие замкнутый контур.

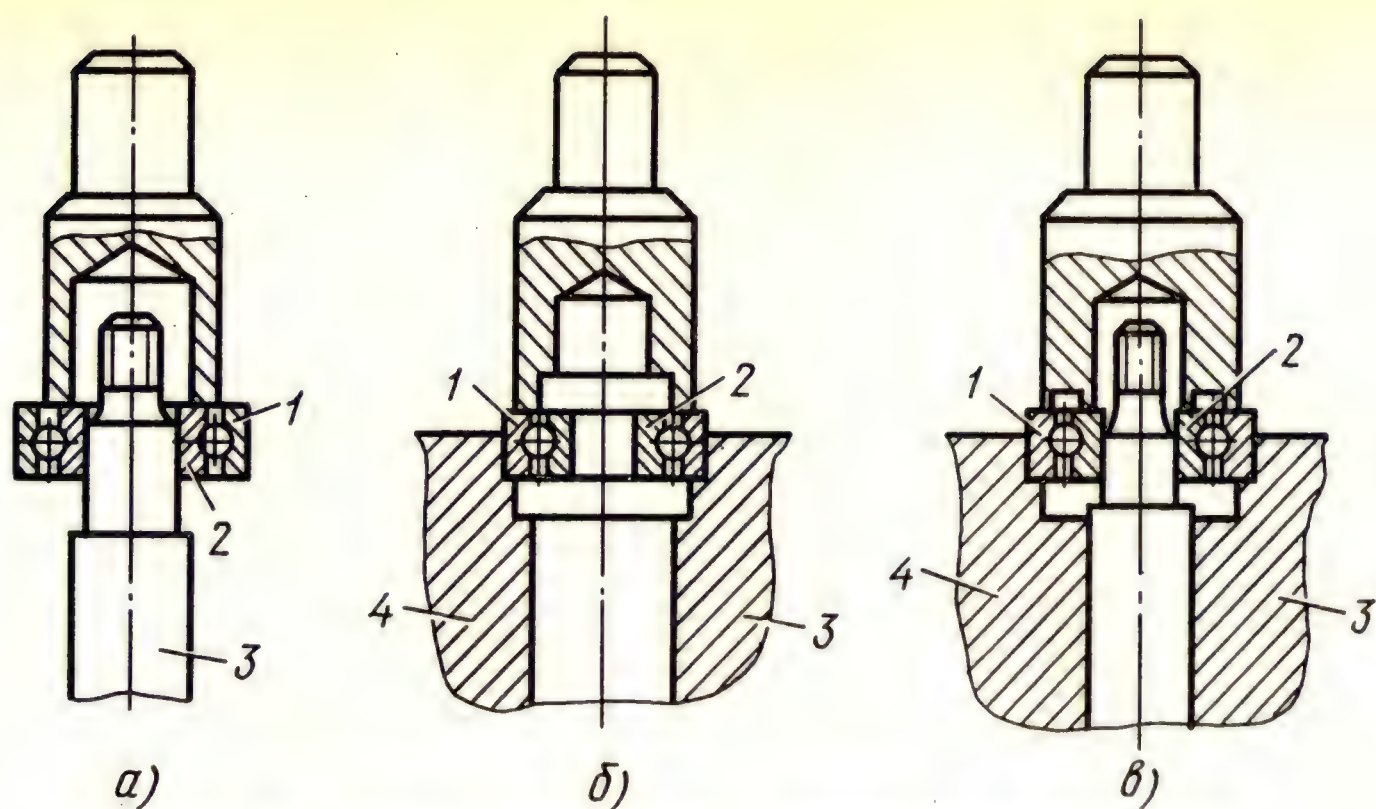


Рис. 82. Схемы запрессовки подшипника качения:
а — на вал, б — в корпус, в — на вал и в корпус одновременно;
1, 2 — наружное и внутреннее кольца подшипника, 3 — вал, 4 — корпус

Наилучших результатов при установке подшипников на вал (рис. 82, а) или в корпус (рис. 82, б) удастся добиться при их запрессовке с помощью пресса. В этом случае монтаж подшипников производится с применением оправок, что требует передачи усилия запрессовки непосредственно на торец кольца. Если необходима одновременная запрессовка подшипников на вал и в корпус (рис. 82, в), применяют оправки с двумя буртиками, обеспечивающие одновременную передачу усилия запрессовки на внутреннее и наружное кольца подшипника. Таким образом, при запрессовке подшипников следует применять только те оправки, которые предназначены для выполнения данной операции.

Произвести запрессовку на прессе с применением оправок оказывается невозможным, если необходимо запрессовать подшипник на длинный вал, шейка которого (под подшипник) расположена далеко от его конца. В этом случае для запрессовки используют медную выколотку, следя в процессе запрессовки за тем, чтобы в момент нанесения удара по выколотке последняя касалась торца внутреннего кольца, причем при каждом ударе выколотку следует перемещать вдоль этого торца. Качество запрессовки проверяют по плотности прилегания внутреннего кольца подшипника к заплечикам вала. При правильной запрессовке щуп не должен проходить между торцом кольца и заплечиком вала. Допрессовку в случае необходимости производят в холодном состоянии с помощью выколотки и молотка.

Запрессовку крупногабаритных подшипников качения выполняют с помощью специального приспособления с гидравлическим приводом (рис. 83). При использовании приспособления в зону контакта сопрягаемых деталей подается масло, которое обеспечивает жидкостное или полужидкостное трение, что значительно снижает усилие запрессовки. Приспособление состоит из поршня 2 и корпуса 1. Поршень имеет канавки для уплотни-

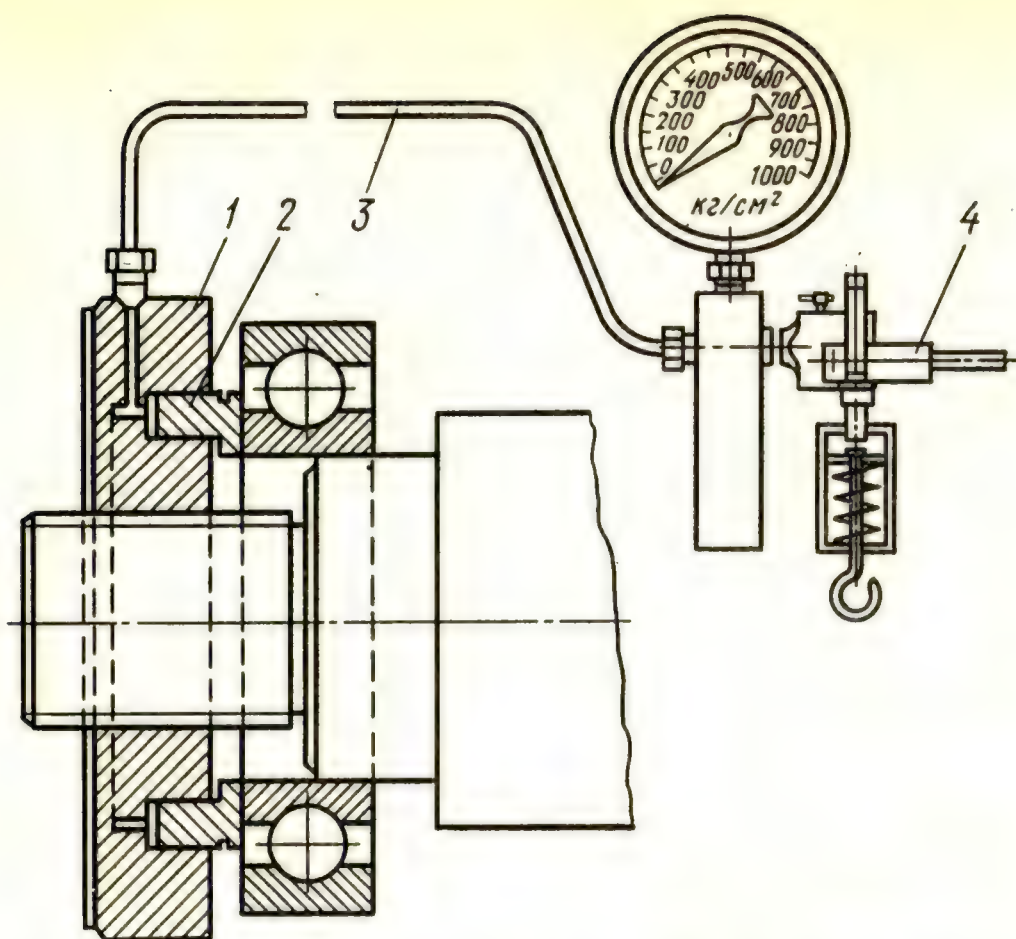


Рис. 83. Приспособление для запрессовки крупногабаритных подшипников:
1 — корпус, 2 — поршень, 3 — трубопровод, 4 — насос

тельных колец и перемещается в корпусе под давлением масла, которое подается ручным насосом 4 через трубопровод 3.

При установке в узле нескольких подшипников один из них должен быть фиксирован от осевых перемещений и на валу, и в корпусе, а остальные — или только на валу, или только в корпусе. Делается это с целью обеспечения компенсации различных неточностей при сборке, а также для предупреждения заклинивания тел качения

вследствие температурных деформаций в процессе эксплуатации узла.

Часто внутреннее кольцо подшипника фиксируют на валу только за счет соответствующей посадки (рис. 84, а), но такая фиксация не гарантирует отсутствия осевого перемещения подшипника в процессе работы. Для надежной фиксации внутреннего кольца подшипника на валу от осевых перемещений применяют дополнительное крепление: пружинным стопорным кольцом (рис. 84, б), которое закладывают в кольцевую канавку на валу; торцевой шайбой (рис. 84, в), закрепляемой на валу винтом; упорной гайкой со стопорной шайбой (рис. 84, г); распорной втулкой с гайкой (рис. 84, д).

При сборке прецизионных подшипниковых опор, например в станкостроении, с целью повышения их жесткости и уменьшения осевого и радиального биений в них создают предварительный натяг. Осуществляют это за счет приложения постоянной осевой нагрузки, под воздействием которой происходит смещение одно-

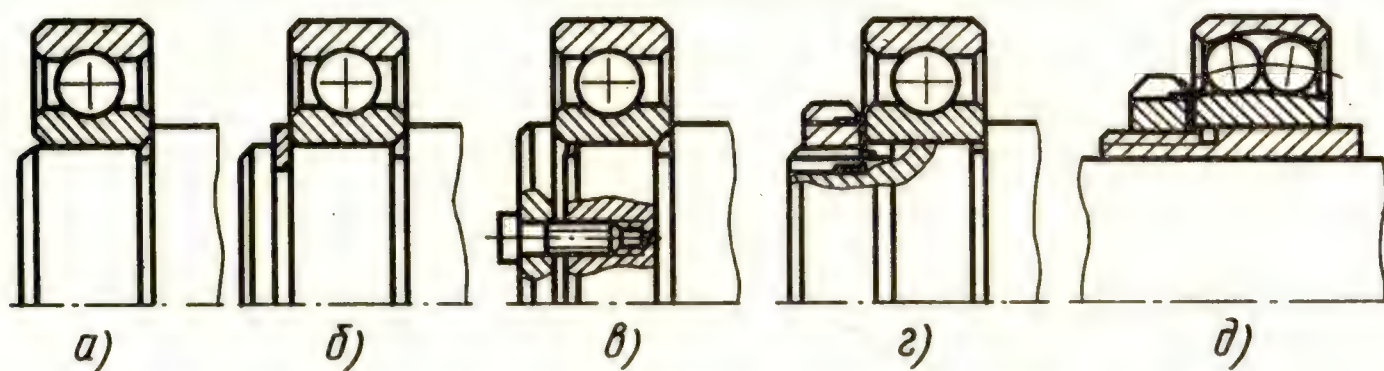


Рис. 84. Способы стопорения подшипников на валу:
а — за счет посадки, б — пружинным стопорным кольцом, в — торцевой шайбой, г — упорной гайкой, д — распорной втулкой

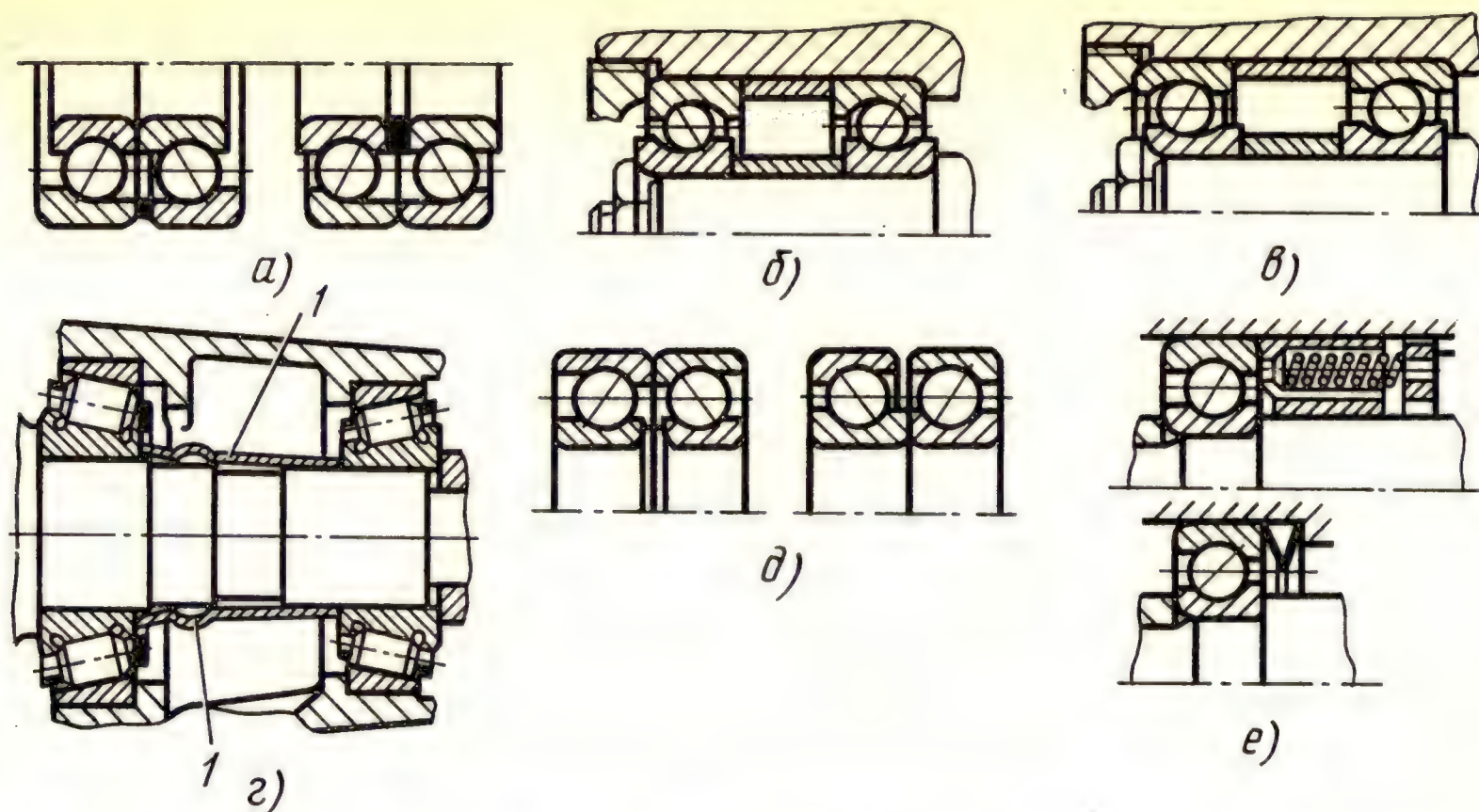


Рис. 85. Способы создания предварительного натяга:

а — прокладками, б...г — распорными втулками, д — сошлифовыванием торцевых поверхностей колец подшипника, е — пружинами; 1 — распорная втулка

го из колец подшипника относительно другого на величину, равную заданному предварительному натягу. Такое смещение обеспечивает ликвидацию осевого зазора и создает начальную упругую деформацию в местах контакта рабочих поверхностей колец подшипника с телами качения. При этом следует учитывать, что предварительный натяг приводит к увеличению потерь на трение, повышению температуры нагрева подшипникового узла и связанных с этим нагревом деформаций, что в конечном итоге ведет к снижению долговечности подшипниковых узлов с предварительным натягом.

В процессе сборки получение предварительного натяга может быть обеспечено различными способами (рис. 85, а...е). В некоторых случаях предварительный натяг создают путем дополнительного свинчивания на заранее определенный угол регулировочной гайки или крышки, а также за счет двух прокладок между кольцами подшипника. Одна из прокладок металлическая, а другая выполнена из самотвердеющего клеящего материала, который, полимеризуясь после сборки опоры, обеспечивает требуемый предварительный натяг под воздействием осевых сил.

§ 8. МОНТАЖ ПОДШИПНИКА КАЧЕНИЯ В КОРПУС

Наружные кольца подшипников качения закрепляют в корпусе за счет соответствующей посадки с помощью запрессовки. Для дополнительного крепления подшипников с целью предупреждения их перемещения в одном осевом направлении применяют уступ, заплечики или буртики в корпусе, стакане либо крышке корпуса. Если необходимо обеспечить неподвижность наружного кольца подшипника в двух осевых направлениях, используют сочетание уступов в корпусе и крышке или стакане и крышке.

При установке в корпус плавающих или радиально-упорных подшипников, которые в процессе регулирования должны иметь осевое перемещение, используют посадки с зазором или переходные. В тех случаях, когда используют регулируемые подшипники, в процессе их монтажа необходимо регулировать зазоры.

В подшипниках качения различают два типа зазоров — радиальные и осевые. Радиальные зазоры проверяют после установки колец на вал и в корпус. Проверку осуществляют на отсутствие качки; кроме того, при проворачивании вручную подшипник должен вращаться легко и плавно. Осевые зазоры регулируют за счет смещения одного кольца относительно другого, при этом необходимо проворачивать кольцо с телами качения для правильной их самоустановки. Кольца упорных подшипников, напрессованные на вал, проверяют с помощью индикатора на осевое биение.

В радиально-упорных подшипниках осевой зазор регулируют, перемещая одно из колец относительно другого. Наиболее удобным способом регулирования осевых зазоров является установка прокладок 2 (рис. 86, а), обычно применяемых в виде комплекта из пяти—семи штук различной толщины. Регулирование осевого зазора следует производить как можно тщательнее, так как от него зависит не только долговечность подшипников, но и работа всего механизма в целом. Осевой зазор измеряют с помощью индикатора, отжимая вал сначала в одну сторону, а затем в другую.

Если в узлах используют радиально-упорные конические подшипники, то их в сборочной единице монтируют отдельно, т. е. сначала устанавливают в корпус наружное кольцо по посадке с зазором.

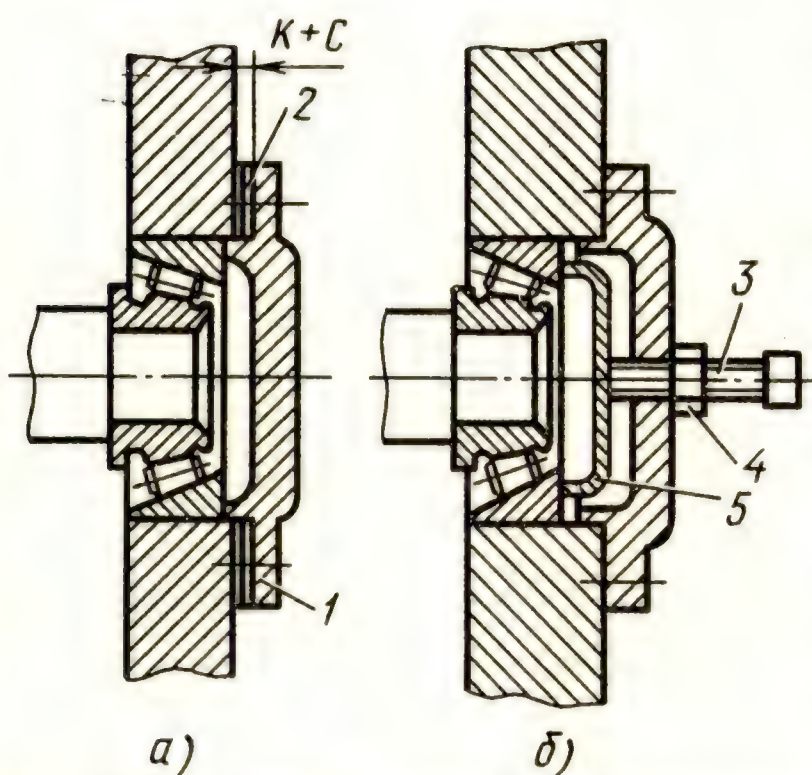


Рис. 86. Схемы регулирования зазоров в радиально-упорных подшипниках: а — прокладками, б — винтом; 1 — крышка, 2 — прокладка, 3 — винт, 4 — гайка, 5 — проставка

Особенностью упорных конических подшипников является возможность регулирования радиальных зазоров, причем на размер последних не влияет характер посадки колец на вал и в корпус; этот размер зависит только от взаимного расположения колец подшипника. Зазор регулируют с помощью прокладок или винта. Регулирование прокладками осуществляют следующим образом: крышку 1 без прокладок затягивают до отказа, выбирая зазор, и измеряют расстояние K между торцом и корпусом; зная необходимое числовое значение C , прибав-

ляют его к числовому значению расстояния K и в сумме получают толщину прокладки 2, которая обеспечит заданный зазор. Порядок регулирования винтом (рис. 86, б) следующий: затягивают винт 3 до отказа, выбирая зазор за счет перемещения наружного кольца, на которое воздействует проставка 5; отпускают винт, поворачивая его в обратном направлении так, чтобы осевое перемещение винта соответствовало размеру зазора; затягивают гайку 4 для предотвращения самоотвинчивания винта 3.

Подшипники качения должны быть тщательно защищены от попадания в них пыли и других загрязнений. С этой целью, а также для предотвращения вытекания смазки из подшипниковых узлов применяют различные уплотнительные устройства (уплотнения). В тех случаях, когда в подшипниковых узлах применяют консистентные смазки, необходимо предусмотреть внутренние уплотнения различных конструкций (рис. 87, а), которые предохраняют подшипниковый узел от попадания жидкой смазки, разбрызгиваемой в процессе работы из общей масляной ванны. Внутренние уплотнения применяют также и при использовании жидкой смазки из общей ванны, когда подшипники находятся вблизи косозубой шестерни или червяка червячной передачи. В этом случае внутренние уплотнения защищают подшипники от попадания продуктов износа зубчатых колес с маслом из общей масляной ванны.

Наиболее часто для уплотнения применяют манжеты (рис. 87, б), так как они вполне надежны при использовании как жидких, так и консистентных смазок при окружных скоростях вала до 10 м/с. При малых окружных скоростях вала (до 5 м/с) применяют войлочные уплотнения — сальники (рис. 87, в). Щелевые уплотнения с проточками и без них (рис. 87, г) используют только в подшипниковых узлах машин, работающих в чистой и сухой воз-

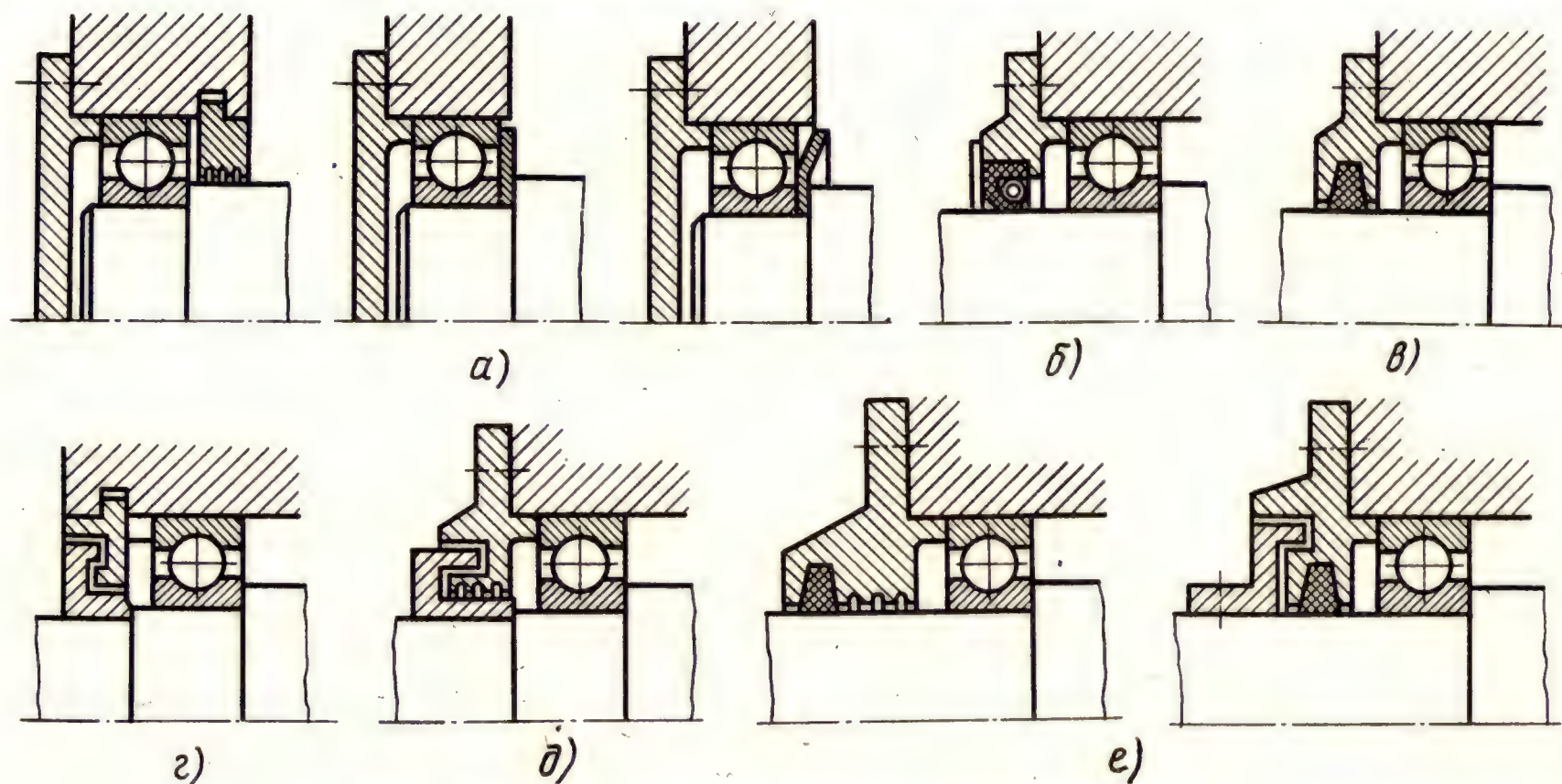


Рис. 87. Уплотнения подшипниковых узлов:

а — внутреннее, б — манжета, в — сальник, г — щелевое, д — лабиринтное, е — комбинированное

душной среде, так как эти уплотнения недостаточно надежно защищают подшипники от попадания загрязнений. Наиболее надежными являются лабиринтные уплотнения (рис. 87, д), причем их надежность возрастает с увеличением частоты вращения вала.

Внутреннее уплотнение подшипниковых узлов осуществляют, используя действие центробежных сил. В тех случаях, когда требуется особенно надежная защита подшипниковых узлов, применяют комбинированные уплотнения (рис. 87, е).

§ 9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ МОНТАЖА.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СБОРКИ ПОДШИПНИКА КАЧЕНИЯ

Монтаж спаренных однорядных радиально-упорных подшипников. Одновременную установку двух спаренных однорядных радиально-упорных подшипников применяют в тех случаях, когда на подшипниковый узел действует значительная осевая нагрузка. Эти подшипники устанавливают на одной общей шейке вала таким образом, чтобы широкие торцы наружных колец были направлены друг к другу. Осевой зазор при таком монтаже регулируют за счет установки дистанционных колец. Наружное дистанционное кольцо изготавливают по заранее заданному размеру, а размер внутреннего кольца выбирают с учетом требуемого осевого зазора.

Монтаж игольчатых подшипников. Игольчатые подшипники применяют в тех случаях, когда в узлах действуют большие инерционные силы, а габаритные размеры узла и его масса ограничены. Такие подшипники имеют две рабочие поверхности — внутреннюю и наружную. В комплект входят также иглы, представляющие собой ролики малого диаметра и большой длины, и боковые ограничители, предупреждающие выпадение роликов из собранного узла.

Рабочие поверхности игольчатого подшипника образуются поверхностями сопрягаемых деталей — вала (наружная поверхность) и втулки (внутренняя поверхность). В качестве боковых ограничителей могут служить различные детали, выполненные в виде колец или заплечиков на сопрягаемых деталях.

Игольчатые подшипники не имеют сепараторов, а плотное прилегание игл друг к другу устраняет возможность их перекоса в процессе работы. (Иглы устанавливают в подшипник как можно плотнее друг к другу, делая между ними минимальные зазоры.) По сравнению с шариковыми и роликовыми игольчатые подшипники имеют гораздо больший радиальный зазор, соизмеримый с радиальным зазором подшипников скольжения.

Монтаж игольчатого подшипника ведется по схеме, показанной на рис. 88, а, в такой последовательности:

на поверхность шейки вала наносят слой консистентной смазки;

устанавливают вал 1 в монтажное полукольцо 2;

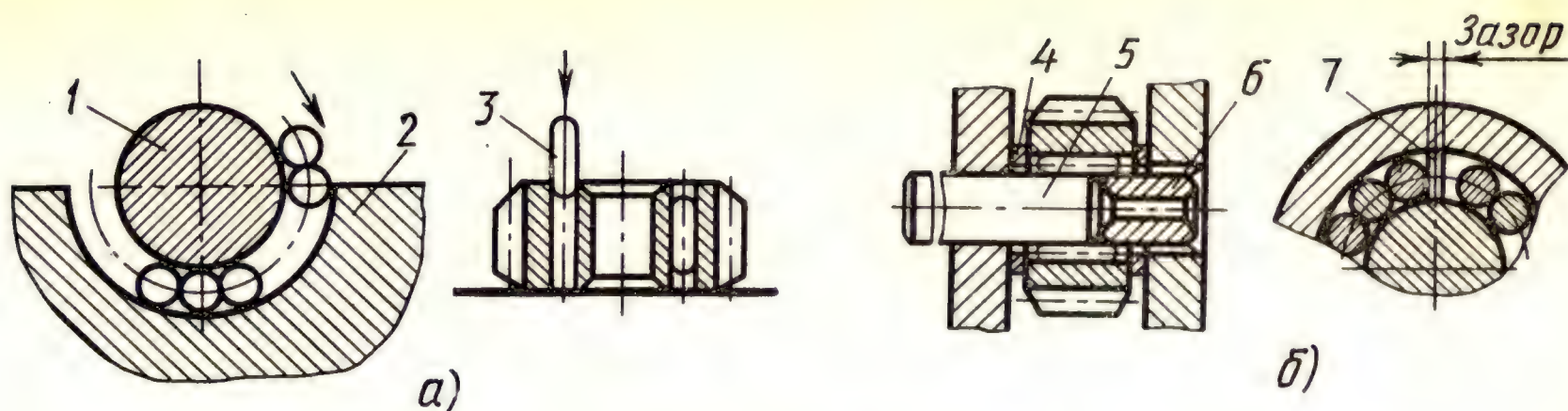


Рис.88. Схемы монтажа игольчатых подшипников:

а — на монтажном полукольце, б — на монтажном валу; 1, 5, 6 — валы, 2 — монтажное полукольцо, 3, 7 — игольчатые ролики, 4 — ограничительные кольца

в зазор между валом 1 и монтажным полукольцом 2 вводят, постепенно поворачивая вал, последовательно игольчатые ролики 3 до тех пор, пока весь комплект игл не будет установлен;

надевают на вал охватывающую деталь, смещая монтажное кольцо.

Если монтаж игольчатого подшипника необходимо вести на монтажном валу, а не на монтажном полукольце, то сборку выполняют несколько в другой последовательности (рис. 88, б):

на внутреннюю поверхность отверстия наносят слой консистентной смазки;

монтажный вал 6, диаметр которого на 0,1...0,2 мм меньше номинального диаметра собираемого вала, вводят в отверстие;

иглы 7 устанавливают в зазор между монтажным валом и обоймой последовательно по две-три штуки так, чтобы последняя игла входила в зазор свободно;

устанавливают ограничительные кольца 4;

вставляют на место рабочий вал 5, который вытесняет из отверстия монтажный вал, а иглы и ограничительные кольца остаются на месте.

Контроль качества сборки. После установки подшипников качения проверяют плотность прилегания подшипниковых колец к заплечикам вала. Проверку осуществляют с помощью щупа, который вводят в зазор между заплечиком вала и подшипниковым кольцом. Контролируют также осевые и радиальные зазоры и регулируют их способами, которые были описаны выше. Демонтаж подшипниковых узлов осуществляют с помощью специальных приспособлений — съемников.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях применяют подшипники скольжения?
2. С какой целью на внутренней поверхности вкладыша подшипника скольжения делают канавки?
3. В чем преимущество подшипников скольжения жидкостного трения?
4. Как добиться плотного прилегания вкладыша подшипника скольжения к корпусу?
5. Почему после установки втулки в неразъемный подшипник скольжения требуется ее дополнительная обработка?
6. Какие признаки положены в основу классификации подшипников качения?

7. Как подготовить подшипник качения к сборке?
8. С какой целью и как осуществляют предварительный натяг в подшипниковых узлах с подшипником качения?
9. От чего зависит выбор типа уплотнительного устройства для подшипниковых узлов с подшипником качения?
10. Каковы особенности монтажа спаренных подшипников качения?

ГЛАВА 8

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧАХ

В общем виде ременная передача состоит из ведущего и ведомого шкивов, расположенных на расстоянии друг от друга и соединенных гибкой связью — ремнем, надетым на эти шкивы с натяжением. Вращение от ведущего шкива к ведомому передается за счет сил трения, возникающих между ремнем и шкивом.

По форме поперечного сечения ремня различают плоскоременные, клиноременные, поликлиновые и круглоременные передачи (рис. 89, а...г), а также передачи зубчатыми ремнями (рис. 89, д), которые занимают промежуточное положение между ременными и зубчатыми передачами, объединяя преимущества тех и других.

Применение в ременных передачах эластичных ремней обеспечивает плавность и бесшумность работы этих передач. Благодаря возможности проскальзывания ремня ременные передачи одновременно выполняют роль предохранительных устройств, защищая механизмы от перегрузок. Исключение составляют ременные передачи зубчатыми ремнями, при использовании которых проскальзывание отсутствует.

Плоскоременные передачи применяют, когда необходимо передавать движение на большие расстояния. Если при малых межосевых расстояниях необходима передача движения с большими передаточными отношениями или от одного ведущего шкива к нескольким ведомым, то наиболее предпочтительным является использование клиноременной передачи.

Варьирование нагрузочной способности ременных передач в зависимости от их конструкции осуществляется по-разному — в плоскоременных передачах изменяют ширину ремня, а в клиноременных — количество ремней при их неизменном поперечном сечении. Применение большого количества клиновых ремней неизбежно приводит к их неравномерной нагрузке, так как длина ремней неодинакова и, следовательно, натяжение их различно. В связи с этим в клиноременных передачах рекомендуется устанавливать не более 12 ремней.

Чтобы обеспечить трение между шкивом и ремнем, необходимо создать предварительное натяжение последнего. Такое натяжение осуществляют за счет предварительного упругого де-

формирования ремня или перемещения одного из шкивов передачи, а также с помощью специального натяжного устройства.

Шкивы ременных передач изготавливают из чугуна, стали, легких сплавов и пластических масс. Наружную часть шкива, на которую надевают ремень, называют **о б о д о м**, а центральную, обеспечивающую установку шкива на вал, — **с т у п и ц е й**. Обод соединяют со ступицей с помощью диска или спиц. Шкив, устанавливаемый на конце вала, выполняют неразъемным; если требуется установить его в середине вала, применяют составные (разъемные) конструкции. При больших габаритных размерах шкивы также выполняют составными. Разъем шкива может быть выполнен как по спицам, так и между ними, но наиболее рациональным является первый.

Обод шкивов плоскоременных передач выполняют или плоским, или слегка выпуклым, что обеспечивает лучшее удерживание ремня на ободе в средней его части, т. е. лучшее центрирование ремня.

Д о с т о и н с т в а ременных передач, определяющие область их применения, следующие:

возможность передачи движения между валами, расположенными на значительном расстоянии;

плавность и бесшумность работы;

ограниченность передаваемой нагрузки, т. е. способность ремня передавать нагрузку лишь до определенного ее значения (при увеличении нагрузки сверхустановленной происходит проскальзывание ремня, что предохраняет механизм от поломки);

простота конструкции;

легкость обслуживания;

небольшая стоимость изготовления.

Наряду с перечисленными достоинствами ременная передача обладает некоторыми **н е д о с т а т к а м и**:

значительные габаритные размеры;

непостоянство передаточного отношения из-за проскальзывания ремня;

повышенное давление на валы и подшипники.

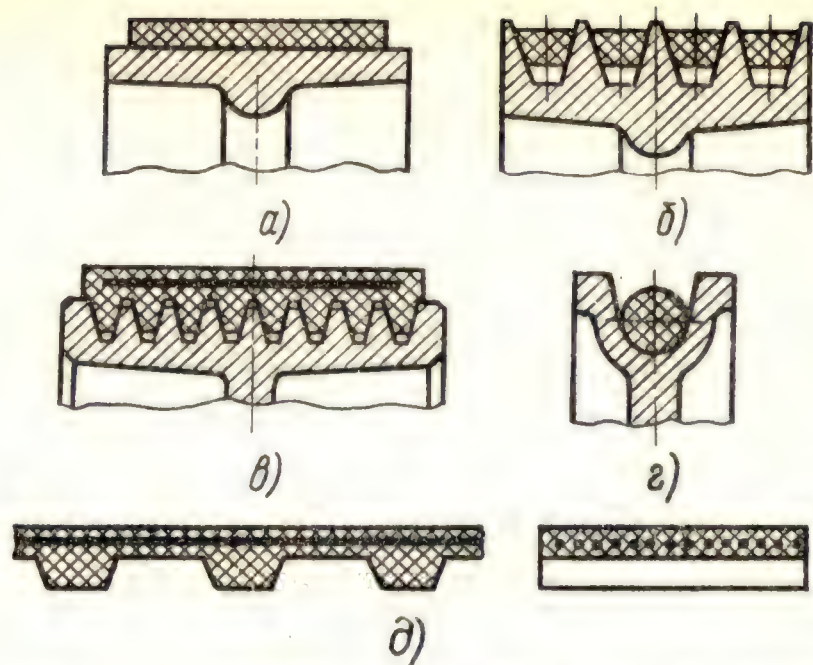


Рис. 89. Профили ремней ременной передачи:

а — плоского, б — клинового, в — поликлинового, г — круглого, д — зубчатого

Установка шкивов на вал. Неразъемные шкивы ременных передач монтируют на концах валов с использованием посадок с натягом. Шейка вала под установку шкива может быть выполнена конической или цилиндрической. На цилиндрические шейки шкивы устанавливают с помощью клиновых (рис. 90, а) или призматических (рис. 90, б) шпонок. При установке шкива на призматическую шпонку на валу выполняют буртик 1, фиксирующий положение шкива в осевом направлении. Во избежание перемещения в осевом направлении в процессе работы шкив дополнительно крепят гайкой или шайбой 2 со стопорным винтом 3. Такое же дополнительное крепление применяют при установке шкива на коническую шейку вала (рис. 90, в). В случае использования клиновых шпонок дополнительного крепления шкивов не требуется.

Клиновые шпонки для установки шкивов применяют только в тихоходных передачах, так как они вызывают смещение оси ступицы относительно оси вала, что недопустимо в быстроходных передачах. При небольшой длине ступицы такое смещение может привести к перекосу шкива на валу. В случае использования призматических шпонок также происходит некоторое смещение ступицы относительно вала, но оно значительно меньше, чем при использовании клиновых шпонок, поэтому передачи с призматическими шпонками обеспечивают бóльшую точность.

Если требуется повышенная точность расположения шкива относительно вала передачи, то при установке шкива на шейку вала применяют шлицевое соединение (рис. 90, г): оно обеспечивает значительно бóльшую точность центрирования, чем шпоночное, и меньший износ посадочных мест в процессе эксплуатации.

Для установки шкивов на вал применяют различные винтовые приспособления. Одним из них является винтовая скоба (рис. 91), служащая для установки шкива на вал с помощью призматической шпонки. Разъемный хомут 1 приспособления

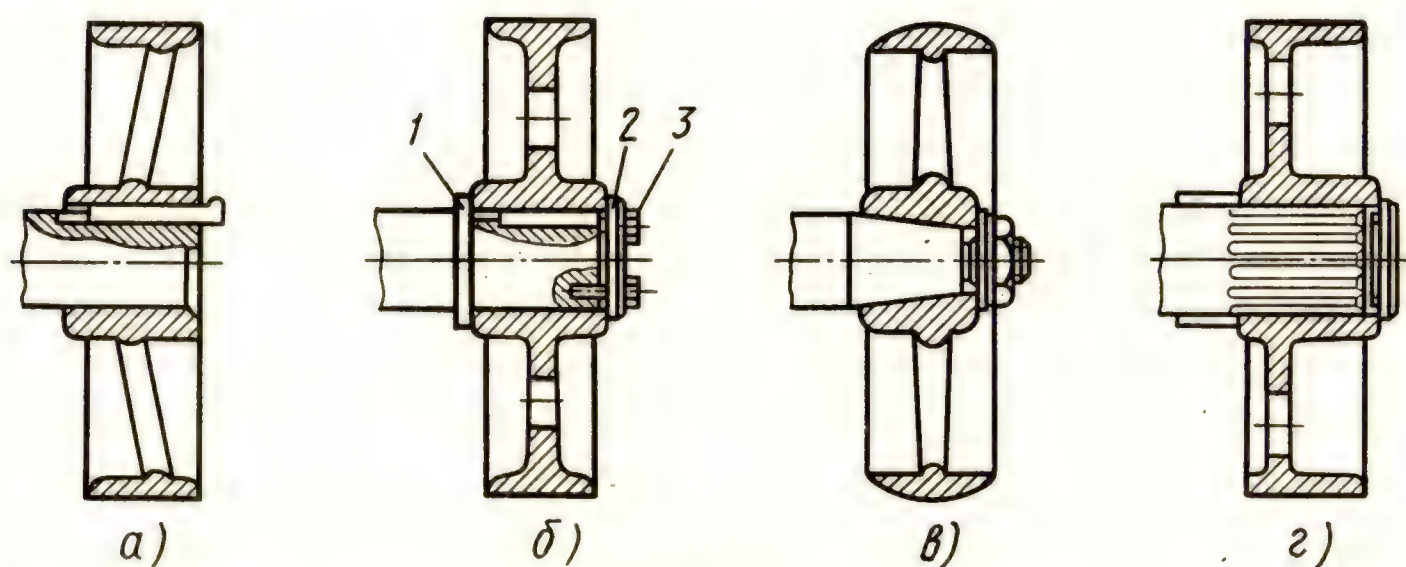


Рис. 90. Установка шкивов ременной передачи на валу с помощью клиновой (а) и призматической (б) шпонок, на конической шейке вала (в) и с помощью шлицевого соединения (г):

1 — буртик, 2 — шайба, 3 — винт

надевают на вал и упирают в буртик. Тяги 2 приспособления пропускают между спицами шкива, а на его ступицу устанавливают прокладку 4. При вращении винта 3 шкив постепенно напрессовывается на вал. Во избежание перекоса при напрессовке одновременно с вращением винта наносят легкие удары по прокладке, установленной на ступицу.

Сборка составного шкива (рис. 92) сводится к соединению его обода со ступицей с помощью резьбовых деталей 1 или заклепок 2. Перед установкой на вал составной шкив проверяют на биение, вызывающее повышенную интенсивность износа подшипниковых опор. Кроме того, при больших частотах вращения биение шкивов приводит к возникновению вибраций, отрицательно влияющих на работу механизма.

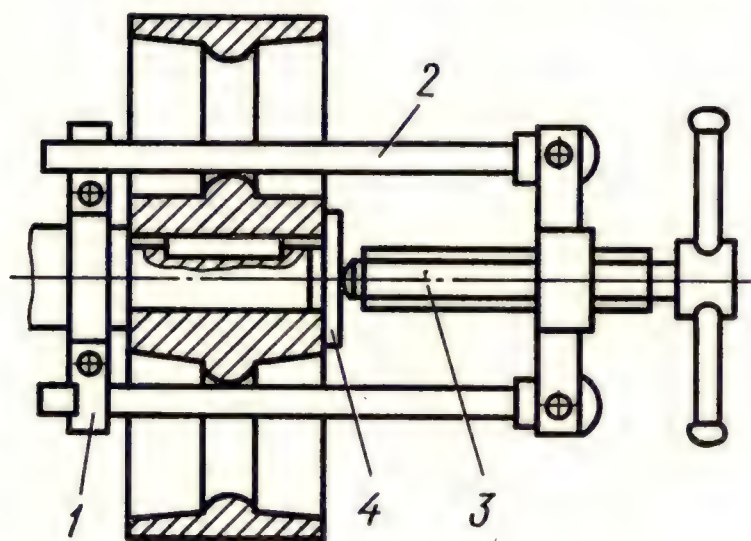


Рис. 91. Приспособление для напрессовки шкива ременной передачи на вал:
1 — хомут, 2 — тяга, 3 — винт, 4 — прокладка

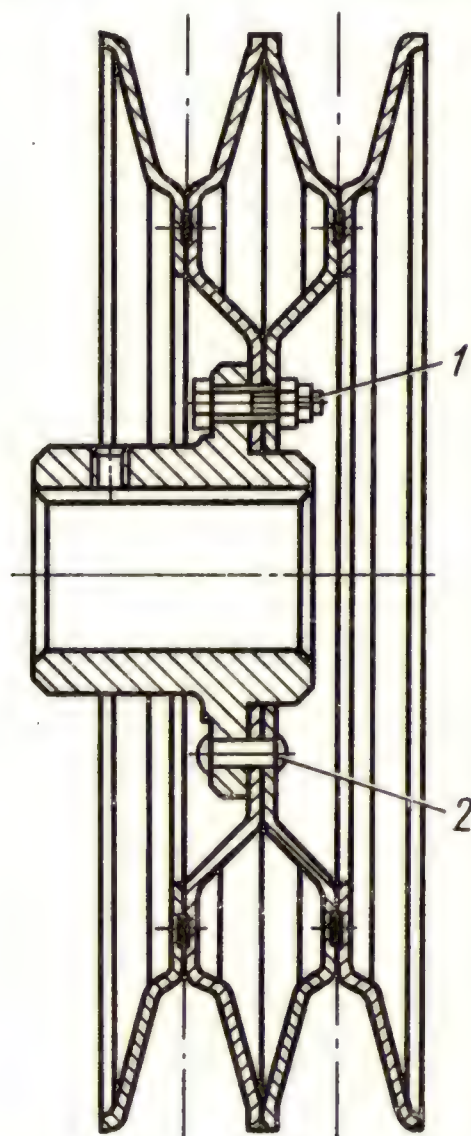


Рис. 92. Составной шкив:
1 — резьбовая деталь, 2 — заклепка

Причинами биения шкива на валу могут быть изгиб вала, некачественная механическая обработка шкива, неправильная посадка последнего на вал при сборке. Проверку на биение осуществляют с помощью рейсмаса-чертилки (рис. 93, а) или индикатора. В первом случае числовое значение биения устанавливают щупом, а во втором — отсчетом по шкале индикатора.

Помимо биения на качество работы передачи большое влияние оказывает взаимное расположение шкивов, которое в значительной степени зависит от взаимного расположения валов передачи. Прямолинейность осей шкивов (их расположение на двух параллельных валах) определяют с помощью стрелок и отвеса (рис. 93, б). Проверку в этом случае производят следующим образом. На валы вместо шкивов устанавливают втулки со стрелками так, чтобы последние соприкасались со шнуром. Если после поворота валов на 180° стрелки не соприкасаются со шнуром, это

свидетельствует об отклонении оси вала от параллельности. После установки шкивов на такие валы при работе передачи будет наблюдаться биение.

Проверить взаимное расположение осей валов ременной передачи можно и другим способом (косвенным). Для этого используют линейку и шнур с отвесом. Ребро линейки прикладывают к торцевым поверхностям шкивов, установленных на валу (рис. 93, в), и плотность прилегания определяют с помощью щупа. Если линейка прилегает неплотно, это свидетельствует о перекосе осей передачи. Измерение зазора производят в точках А, Б, В и Г.

При контроле с помощью отвеса (рис. 93, г) измеряют расстояние от шнура до торцевых поверхностей шкивов в точках А, Б, В и Г. Колебание этого расстояния также свидетельствует о перекосе осей.

Если шкив установлен на валу, шейка которого свободно вращается в подшипниках, и стремится остановиться после окончания вращения в одном определенном положении, то это свидетельствует о том, что его центр тяжести не совпадает с геометрической осью вращения. Такое явление, называемое неуравновешенностью шкива, приводит к возник-

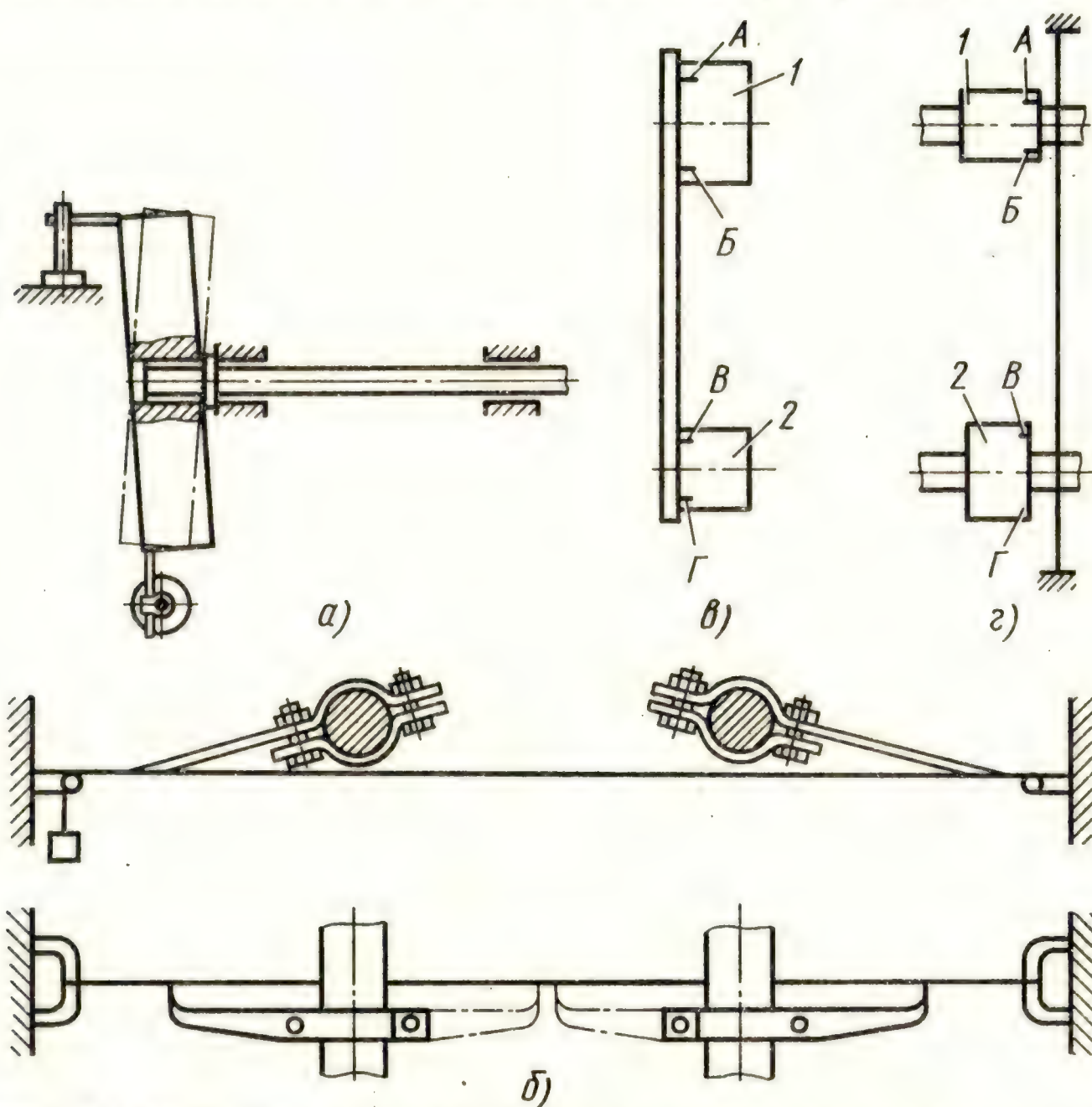


Рис. 93. Контроль взаимного расположения валов ременной передачи выполнением проверок:

а — осевого и радиального биения шкива (рейсмасом), б — прямолинейности осей шкивов (отвесом и стрелками), в — параллельности осей шкивов (линейкой), г — параллельности осей шкивов (отвесом); 1, 2 — шкивы передачи

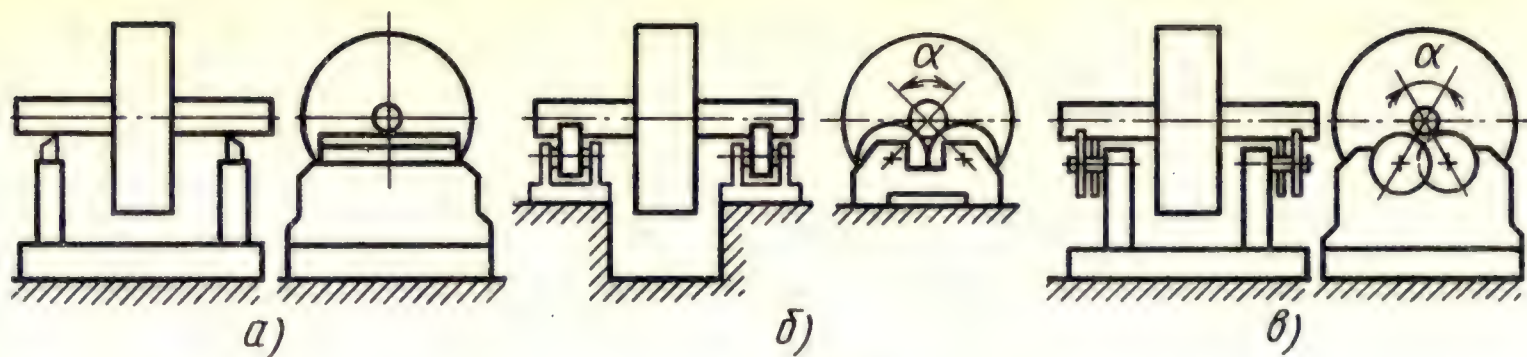


Рис. 94. Устройства для статической балансировки шкивов ременной передачи:

а — с параллельными призмами, б — роликовое, в — дисковое

новению в передачах маховых моментов, которые способствуют повышению интенсивности износа подшипниковых опор. Поэтому перед установкой на вал шкивы должны быть специально отбалансированы. Различают два вида балансировки — статическую и динамическую. Статической балансировке подвергают окончательно обработанные шкивы. Осуществляют эту балансировку на призмах, роликах и дисках.

Установка с параллельными призмами (рис. 94, а) представляет собой две расположенные на плите параллельно друг другу стойки (тумбы), на которых закреплены призматические направляющие. Принцип балансировки на призмах основан на том, что если неуравновешенную деталь (шкив) установить на стенд так, чтобы ось ее вращения была перпендикулярна призмам, то сила тяжести неуравновешенной массы создаст вращающий момент, который заставит деталь перекатываться по призмам. Когда неуравновешенная масса займет крайнее нижнее положение, деталь будет находиться в состоянии покоя.

Для проведения балансировки на роликовых приспособлениях (рис. 94, б) деталь (шкив) устанавливают на оправку. На роликовых приспособлениях балансировке подвергают, как правило, шкивы больших размеров, поэтому для ее осуществления необходимо использовать сборочно-испытательные стенды.

Балансировка на стенде с вращающимся диском (рис. 94, в) является наиболее совершенной, так как благодаря расположению дисков в разных плоскостях удастся значительно уменьшить угол α и, следовательно, повысить точность балансировки.

Статическая балансировка с помощью этих устройств производится следующим образом. На обод шкива наносят риску и несколько раз вращают шкив на ножевых опорах, которые должны быть тщательно отшлифованы, закалены и выверены в горизонтальной плоскости. Если в процессе проверки шкив останавливается так, что риска занимает каждый раз новое положение, то это значит, что шкив сбалансирован и может быть установлен на вал. Если риска после остановки шкива занимает каждый раз одно и то же положение, то это свидетельствует о дисбалансе, т. е. нижняя часть шкива в момент остановки тяжелее верхней. В этом случае шкив следует отбалансировать, используя два способа — уменьшая вес нижней части путем высверливания отверстий или увеличивая вес верхней

части путем высверливания отверстий и заливки их свинцом. Этот метод балансировки позволяет уравновесить деталь относительно оси ее вращения, но не устраняет действия сил, стремящихся повернуть продольную ось шкива.

Натяжные устройства. Натяжение ремней должно производиться во время их установки и в процессе эксплуатации, так как при работе ременной передачи в результате воздействия передаваемых нагрузок ремень растягивается, уменьшается его натяжение, а следовательно, и сила сцепления со шкивом, что ведет к проскальзыванию ремня.

Натяжение ремня передачи осуществляется за счет перемещения ведущего шкива, расположенного на электродвигателе, совместно с последним. Чтобы обеспечить перемещение электродвигателя, его устанавливают на специальных салазках либо на плите (рис. 95, а). В первом случае при вращении винта 2 электродвигатель перемещается по направляющим плиты 1. Если натяжение ремня осуществляют с помощью электродвигателя, расположенного на качающейся плите (рис. 95, б), вращают одну из гаек винта 5 и заставляют электродвигатель 4 вместе с плитой 3 поворачиваться вокруг оси. После того как будет обеспечено заданное натяжение ремня, положение двигателя фиксируют второй гайкой винта 5.

Если в передаче для натяжения ремней используют ролики (рис. 95, в), регулировку натяжения осуществляют следующим образом. Груз 8 перемещают вдоль рычага 7, на котором

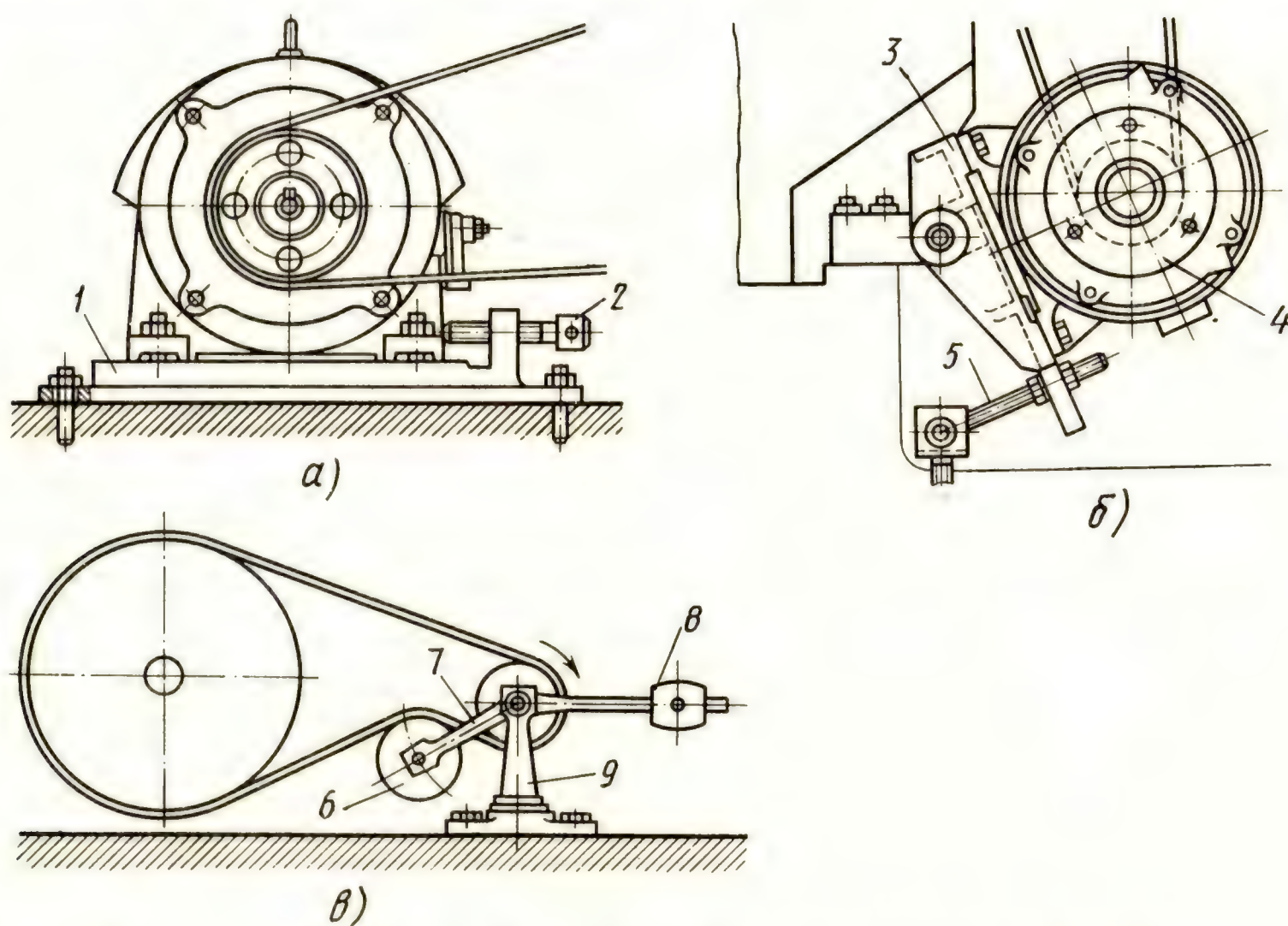


Рис. 95. Способы натяжения ремней ременной передачи:

а — перемещением электродвигателя с плитой в продольном направлении, б — угловым перемещением электродвигателя со шкивом, в — с помощью натяжного ролика; 1, 3 — плиты, 2, 5 — винты, 4 — электродвигатель, 6 — натяжной ролик, 7 — рычаг, 8 — груз, 9 — стойка

закреплен натяжной ролик 6. Изменением положения груза 8 относительно оси рычага 7 обеспечивают различное натяжение ремня. Для этой же цели можно использовать ролики, оси которых после регулирования натяжения ремня закрепляют неподвижно. Такие устройства просты и дешевы в изготовлении. Однако устройства с качающимся роликом обеспечивают автоматическое натяжение ремня в процессе работы передачи, хотя и являются более сложными и дорогими.

Натяжные ролики применяют главным образом для плоско-ременных передач. При использовании клиноременных передач такие устройства находят применение в тех случаях, когда при малом межосевом расстоянии и большом передаточном отношении необходимо увеличить угол обхвата ремнем малого шкива. Применение натяжных роликов в ременных передачах позволяет без увеличения габаритных размеров обеспечить передачу большей мощности, уменьшить давление на опоры валов, продлить срок службы ремня, облегчить установку последнего на шкив.

Так как ременная передача состоит из вращающихся деталей, необходимо обеспечить безопасность ее эксплуатации. После монтажа передачи, ее регулирования и проверки необходимо предусмотреть установку ограждений, исключающих возможность попадания рабочего в зону работы передачи. В качестве ограждений используют, как правило, кожухи различных конструкций.

§ 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Цепная передача состоит из двух, называемых звездочками, зубчатых колес, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и огибаемых цепью. Благодаря сцеплению цепи с зубьями звездочек вращательное движение ведущей звездочки преобразуется во вращательное движение ведомой. Если цепная передача работает при больших нагрузках и скоростях, ее помещают в специальный кожух — картер, который заполняют маслом. Надежное и обильное смазывание защищает цепную передачу от загрязнения и уменьшает шум при ее работе. Кроме того, кожух, закрывая вращающуюся часть передачи, обеспечивает безопасную эксплуатацию последней.

В процессе работы цепь передачи в результате износа шарниров и растяжения пластин вытягивается, что приводит к необходимости периодического регулирования силы ее натяжения. Натяжение цепи, так же как и натяжение ремня в ременной передаче, может осуществляться изменением межцентрового расстояния либо за счет смещения одной из звездочек передачи, либо за счет применения специальных натяжных звездочек или роликов.

По сравнению с ременными передачами цепные обладают рядом преимуществ:

отсутствие проскальзывания цепи;

компактность (ширина цепной передачи значительно меньше ширины ременной);

меньшая нагрузка на валы и подшипниковые опоры, так как не требуется большого предварительного натяжения цепи;

высокий КПД, достигающий 0,98.

Наряду с достоинствами цепная передача имеет недостатки, ограничивающие ее применение:

удлинение цепи в процессе эксплуатации, являющееся причиной неравномерного хода передачи;

возникновение (в связи с переменными ускорениями в элементах цепи) динамических нагрузок, возрастающих с увеличением скорости цепи и уменьшением числа зубьев на меньшей звездочке;

шум при работе;

сложность эксплуатации.

В большинстве случаев цепную передачу применяют, когда использование зубчатой невозможно из-за больших межцентровых расстояний, а ременную нельзя применять в связи с требованием постоянства передаточного отношения. Наиболее распространено ее применение для передачи мощностей до 100 кВт при окружных скоростях до 15 м/с.

Цепи цепной передачи называют приводными. В зависимости от конструкции различают втулочные, роликовые, зубчатые, фасоннозвенные цепи. Основными параметрами цепи являются ее шаг (расстояние между осями двух ближайших шарниров), ширина и разрушающая нагрузка, которая устанавливается опытным путем.

Втулочная цепь (рис. 96, а) в зависимости от передаваемой нагрузки может быть одно- и двухрядной. Втулочные цепи просты по конструкции, имеют небольшую массу и являются наиболее дешевыми. Однако вследствие недостаточной изнosoустойчивости их применяют ограниченно — при окружных скоростях до 10 м/с. Цепь состоит из внутренних пластин 3, напрессованных на втулку 2, которая свободно вращается на валике 1 с напрессованными наружными пластинами 4.

Роликовая цепь (рис. 96, б) в зависимости от условий эксплуатации и передаваемых мощностей может быть нескольких видов — однорядной (нормальной, длиннозвенной, облегченной, усиленной), многорядной, с изогнутыми пластинами. Конструктивно роликовая цепь отличается от втулочной тем, что на ее втулках 2 устанавливают свободно вращающиеся ролики 5, заменяя тем самым трение скольжения трением качения.

Зубчатая цепь (рис. 96, в) работает с меньшим шумом, чем роликовая и втулочная, так как ее конструкция обеспечивает лучшие условия зацепления с зубьями звездочки. Недостатком зубчатых цепей является большая по сравнению с втулочными и роликовыми цепями масса и высокая стоимость изготовления, что ограничивает их применение (в основном эти цепи используют для передачи больших мощностей).

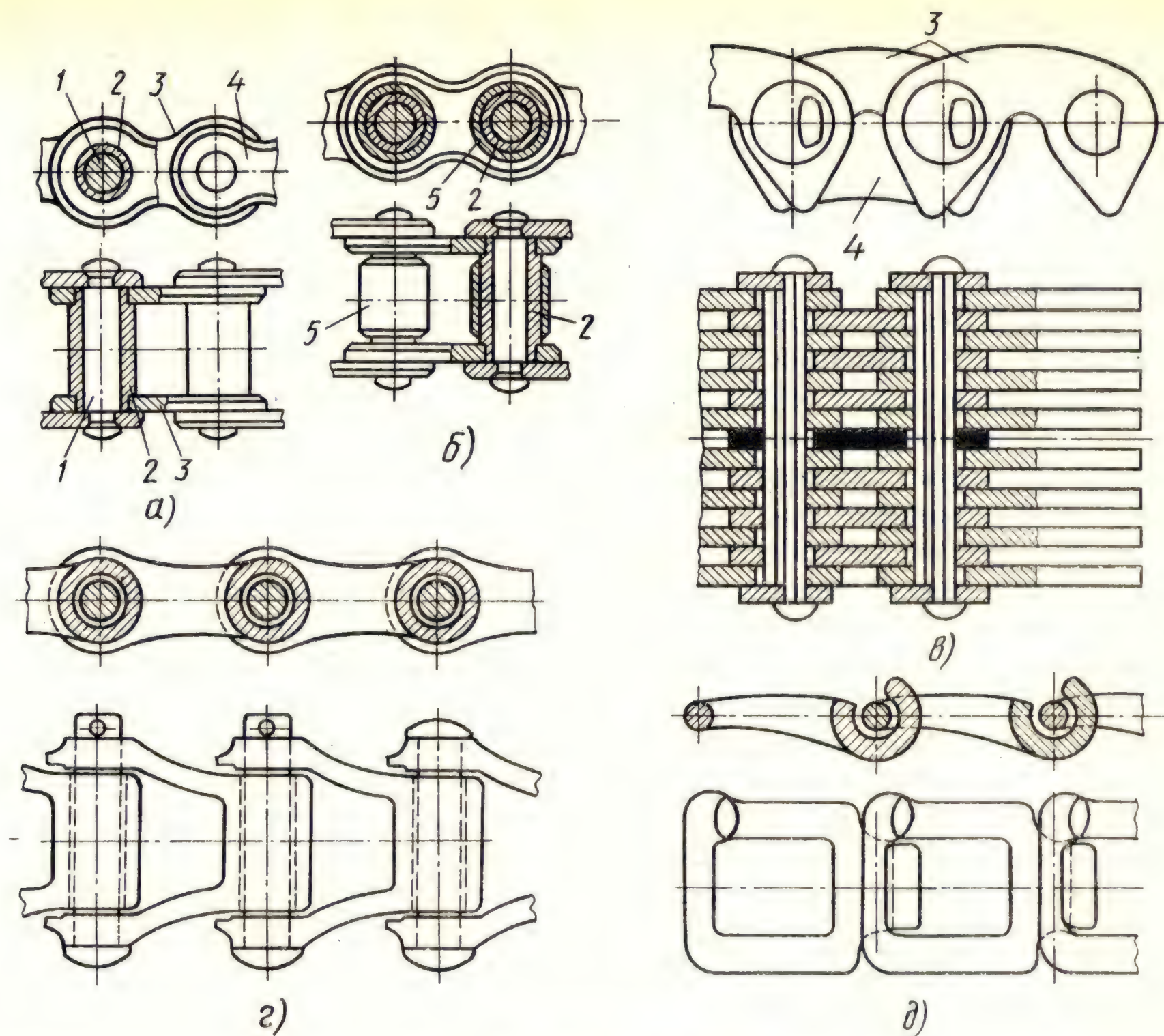


Рис. 96. Цепи передач:

а — втулочная, б — роликовая, в — зубчатая, г, д — штыревая и крючковая фасоннозвенные; 1 — валик, 2 — втулка, 3, 4 — внутренние и наружные пластины, 5 — ролик

Звенья цепи состоят из набора пластин 3 и 4 (число последних определяется шириной цепи). Каждая пластина имеет два выступа и впадину между ними для зуба звездочки. Конструкция цепи обеспечивает в шарнирах трение качения.

Фасоннозвенные цепи применяют для передачи небольших мощностей при малых окружных скоростях (3...4 м/с) и, как правило, в условиях, не обеспечивающих достаточную смазку и защиту от загрязнений. Эти цепи просты по конструкции и легко ремонтируются, что обуславливает их применение в сельскохозяйственных машинах.

Различают штыревые (рис. 96, г) и крючковые (рис. 96, д) фасоннозвенные цепи. Крючковая цепь состоит из звеньев, отлитых из чугуна или штампованных из стальной полосы (сталь марки 30Г), и не содержит дополнительных деталей. Соединение звеньев осуществляется за счет их взаимного наклона под углом, равным 60° . В штыревых цепях соединение чугунных литых звеньев осуществляется изготовленными из стали марки Ст3 штырями, которые после установки шплинтуются.

С целью предупреждения износа цепей и передачи в целом необходимо производить смазывание. Для ответственных силовых передач, работающих при окружных скоростях до 8 м/с, применяют картерное смазывание методом погружения в масляную ванну. Если окружные скорости передачи превышают 8 м/с, пользуются методом принудительного циркуляционного смазывания с помощью масляного насоса. При недостаточной герметичности картера и скорости работы передачи, не превышающей 8 м/с, применяют способ внутришарнирного смазывания консистентной смазкой; смазывание осуществляют периодически через 120...180 ч работы. Если окружная скорость не превышает 4 м/с, а передача работает с перерывами, применяют периодическое (через 6...8 ч работы) смазывание ручными масленками.

Звездочки цепной передачи в зависимости от назначения и размеров могут выполняться цельными и составными. Звездочки роликовых и втулочных цепей имеют небольшую ширину и выполняются обычно из двух частей — диска с зубьями и ступицы, которые в зависимости от материала сваривают или соединяют заклепками либо болтами. Звездочки зубчатых цепных передач и передач фасоннозвенными цепями имеют большую ширину; их, как правило, выполняют цельными.

Для уменьшения износа цепи и снижения шума при работе передачи зубчатый венец звездочки в некоторых случаях изготавливают из пластмассы. С металлической ступицей его соединяют с помощью паза типа «ласточкин хвост», имеющего несколько поперечных углублений для установки венца.

§ 4. СБОРКА ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Монтаж звездочек на вал. После сборки к цепной передаче предъявляют следующие требования:

оси валов должны быть взаимно параллельными (допускается отклонение от параллельности не более 0,1 мм на каждые 1000 мм межцентрового расстояния);

звездочки должны находиться в одной плоскости (допускается несовпадение в зависимости от типа цепи и отклонения от межцентрового расстояния на величину, не превышающую указанную в табл. 2);

2. Допускаемое отклонение межцентрового расстояния в цепных передачах

Тип цепи	Допускаемое отклонение при расстоянии между осями, мм		
	до 500	500...1000	свыше 1000
Втулочно-роликовая	1	1,5	2
Фасоннозвенная	2	2,5	3

пластины цепи должны быть параллельны между собой; сила натяжения цепи должна обеспечивать нормальную работу передачи;

шаг цепи должен точно соответствовать шагу звездочек (во избежание поломки зубьев звездочки или обрыва цепи);

передача должна работать плавно, без рывков.

При монтаже звездочек на вал используют посадки с натягом. Для обеспечения фиксации звездочек на валу используют шпоночные соединения и штифтование ступицы звездочки на валу. При монтаже звездочек на вал с призматической шпонкой (рис. 97, а) звездочку 4 напрессовывают с помощью молотка и оправки. Для того чтобы облегчить процесс напрессовки, шейку вала смазывают маслом. При напрессовке необходимо следить за тем, чтобы шпонка 1 свободно входила в шпоночный паз ступицы звездочки во избежание образования на поверхности паза задиров. Напрессованную на вал звездочку фиксируют (от возможного перемещения в осевом направлении) стопорным винтом 3, самоотвинчивание которого предотвращают с помощью контргайки 2.

Для того чтобы выставить звездочку в осевом направлении и

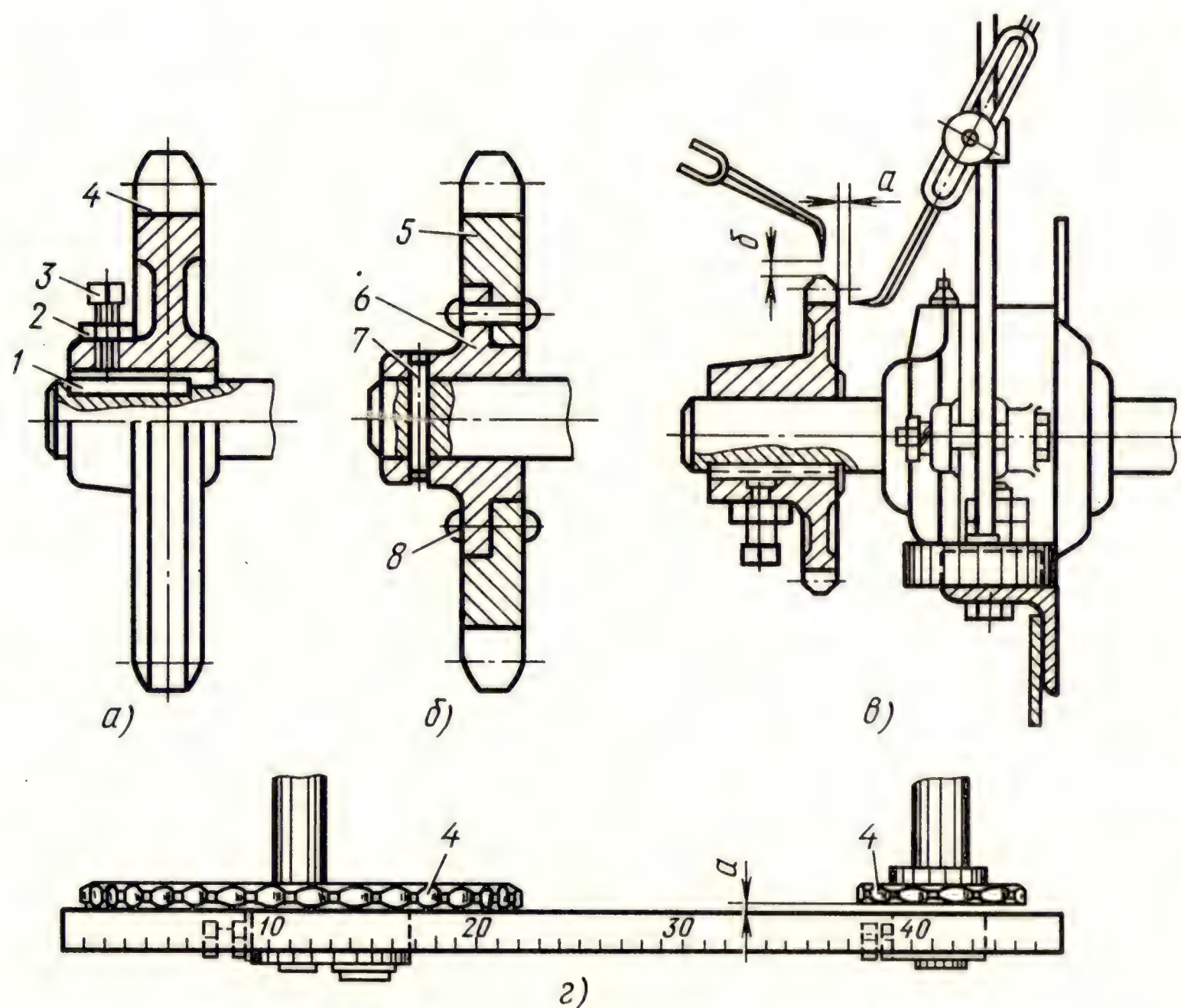


Рис. 97. Монтаж звездочек цепной передачи на вал:

а — цельная звездочка, установленная на шпонке, б — звездочка сборной конструкции, в — схема проверки звездочек на осевое и радиальное биения, г — схема проверки совпадения плоскостей звездочек; 1 — шпонка, 2 — контргайка, 3 — винт, 4 — звездочки, 5 — зубчатый венец, 6 — ступица, 7 — штифт, 8 — заклепка

обеспечить совпадение плоскости звездочки с плоскостью, в которой происходит движение цепи, необходимо отпустить контргайку и стопор, а затем, нанося легкие удары молотком через выколотку, установить звездочку в заданной плоскости.

При монтаже на вал звездочек сборной конструкции (рис. 97, б) сперва на валу закрепляют с помощью штифта 7 ступицу 6. Отверстие под штифт готовят следующим образом. Сначала с одной стороны ступицы сверлят отверстие. Затем ступицу устанавливают на вал в заданное положение и одновременно сверлят отверстия в валу и во второй половине ступицы. После этого конической разверткой вручную (на сверлильном станке или дрелью) также одновременно развертывают отверстия в ступице и в валу, после чего производят установку штифта. Зубчатый венец 5 звездочки крепят к ступице либо заклепками 8, либо болтами. Отверстия под заклепки и болты сверлят с помощью кондукторов. Применение болтов для соединения зубчатого диска со ступицей звездочки позволяет регулировать положение зубчатого венца в осевой плоскости за счет применения прокладок между диском и ступицей. Собранные на валу звездочки щупом или с помощью индикатора проверяют на радиальное и осевое биения (рис. 97, в), значения которых зависят от конструкции звездочек и точности передачи.

Правильность зацепления цепи с зубьями звездочек зависит от взаимного расположения осей валов цепной передачи и взаимного расположения звездочек. Проверку совпадения плоскостей вращения звездочек выполняют с помощью шнура, а при небольших межцентровых расстояниях (до 1000 мм) пользуются линейкой (рис. 97, г). Прикладывая ее ребро к торцам звездочек, проверяют зазор между ними с помощью щупа. Звездочку при этом необходимо поворачивать, чтобы определить зазор при различных ее положениях. Отклонение от совпадения плоскостей звездочек не должно превышать 2 мм на каждые 1000 мм длины межцентрового расстояния. Положение звездочек на валах можно также проверить, измеряя межосевые расстояния в различных точках между валами передачи.

Монтаж цепей и контроль качества сборки. Перед началом монтажа необходимо удалить с цепи консервирующую смазку; затем цепь следует промыть и просушить (сушку обычно осуществляют с помощью сжатого воздуха). После промывки и сушки цепь подгоняют по длине в соответствии с чертежом передачи. Перед подгонкой освобождают от шплинтов или запирающей пластины замыкающее звено цепи и снимают его, отсоединяя группу лишних звеньев. После этого приступают к монтажу цепи, который осуществляют с помощью соединительного (замыкающего) звена, имеющего два валика (перед укорачиванием цепи это звено было снято). Однако этим звеном можно соединять только цепи, имеющие четное число звеньев. В случае необходимости монтажа цепи с нечетным числом звеньев применяют переходное звено. Соединение концов цепи

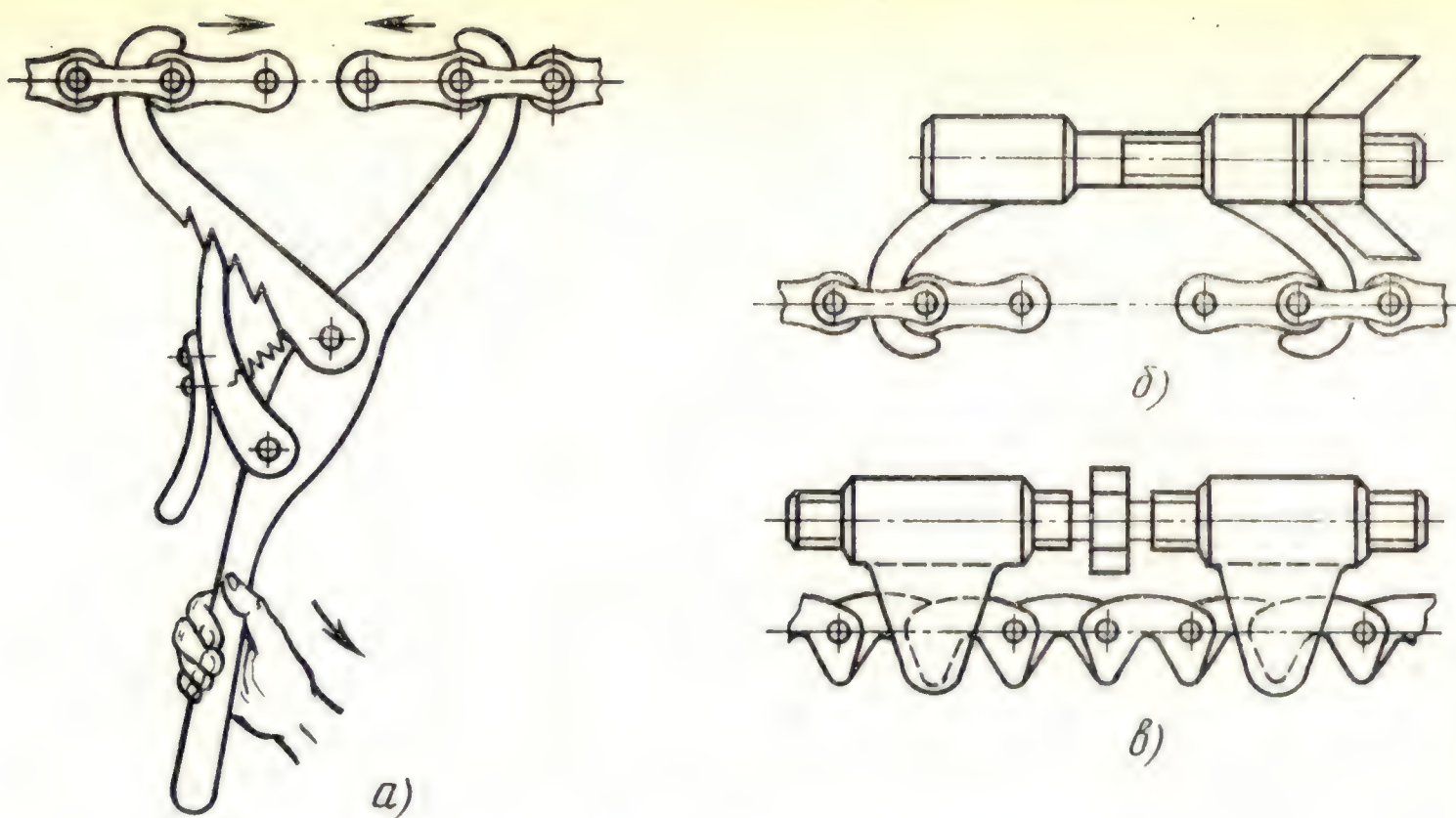


Рис. 98. Стяжки для соединения концов цепи:
а — рычажная, б — винтовая для роликовой и втулочной цепей, в —
винтовая для зубчатой цепи

производится либо на верстаке, либо непосредственно на сборочной единице. Последним способом пользуются, если цепь с соединенными концами нельзя надеть на звездочку (например, когда звездочка находится внутри корпуса). При соединении концов роликовых и втулочных цепей непосредственно на собираемой детали применяют рычажные (рис. 98, а) или винтовые (рис. 98, б) стяжки.

Пластинчато-зубчатые цепи также сначала надевают на звездочку, а затем их концы стягивают с помощью специальных стяжек и соединяют (рис. 98, в).

Фасоннозвенные цепи собирают путем последовательного соединения звеньев, не используя специальных крепящих устройств (при этом надо следить, чтобы крючки были направлены в сторону движения цепи).

Цепь в передаче должна быть установлена так, чтобы ее ведущая нижняя ветвь не была сильно натянута (цепь с небольшим провисанием правильно ложится на зубья звездочки; это уменьшает удары между зубьями последней и звеньями цепи, обеспечивая плавную работу последней и значительно уменьшая ее износ). Кроме того, правильное натяжение цепи позволяет снизить нагрузки на детали передачи. Провисание цепи передачи зависит от ее расположения и расстояния между осями звездочек. Для передач, имеющих звездочки с осями, расположенными в горизонтальной плоскости, провисание цепи не должно превышать 0,02 межцентрового расстояния, а для передач со звездочками, имеющими оси, расположенные в вертикальной плоскости, — 0,002 межцентрового расстояния.

Качество сборки цепной передачи проверяют, вращая звездочку вручную или с помощью рычага. Таким способом определяют плавность и легкость хода передачи. При вращении

передачи цепь не должна соскакивать, а каждое ее звено должно легко садиться на зуб звездочки и сходиться с него. Правильность сцепления цепи и звездочки определяют внешним осмотром. После испытания передачи отпечатки от трения втулок или роликов о зубья звездочки должны быть одинаковыми на всех зубьях и занимать приблизительно $\frac{1}{3}$ зуба по высоте.

§ 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Конструкция и назначение зубчатых передач. Зубчатая передача представляет собой передаточный механизм, звеньями которого являются зубчатые колеса, служащие для передачи движения и сил путем непосредственного контакта (рис. 99, а...ж). Зубчатые передачи получили широкое применение в связи с преимуществами перед другими видами передач:

- высокий КПД, значение которого достигает 0,99;
- возможность применения при окружных скоростях до 150 м/с для передачи мощностей от долей киловатта до десятков тысяч киловатт;
- высокая кинематическая точность;
- точность изготовления;
- надежность и долговечность работы в различных условиях эксплуатации.

В зависимости от взаимного расположения геометрических осей валов в пространстве зубчатые передачи классифицируют следующим образом:

- передачи с параллельными осями; осуществляются цилиндрическими зубчатыми колесами (рис. 99, а, б);
- передачи с пересекающимися осями; осуществляются коническими зубчатыми колесами (рис. 99, в);
- передачи со скрещивающимися осями; осуществляются ци-

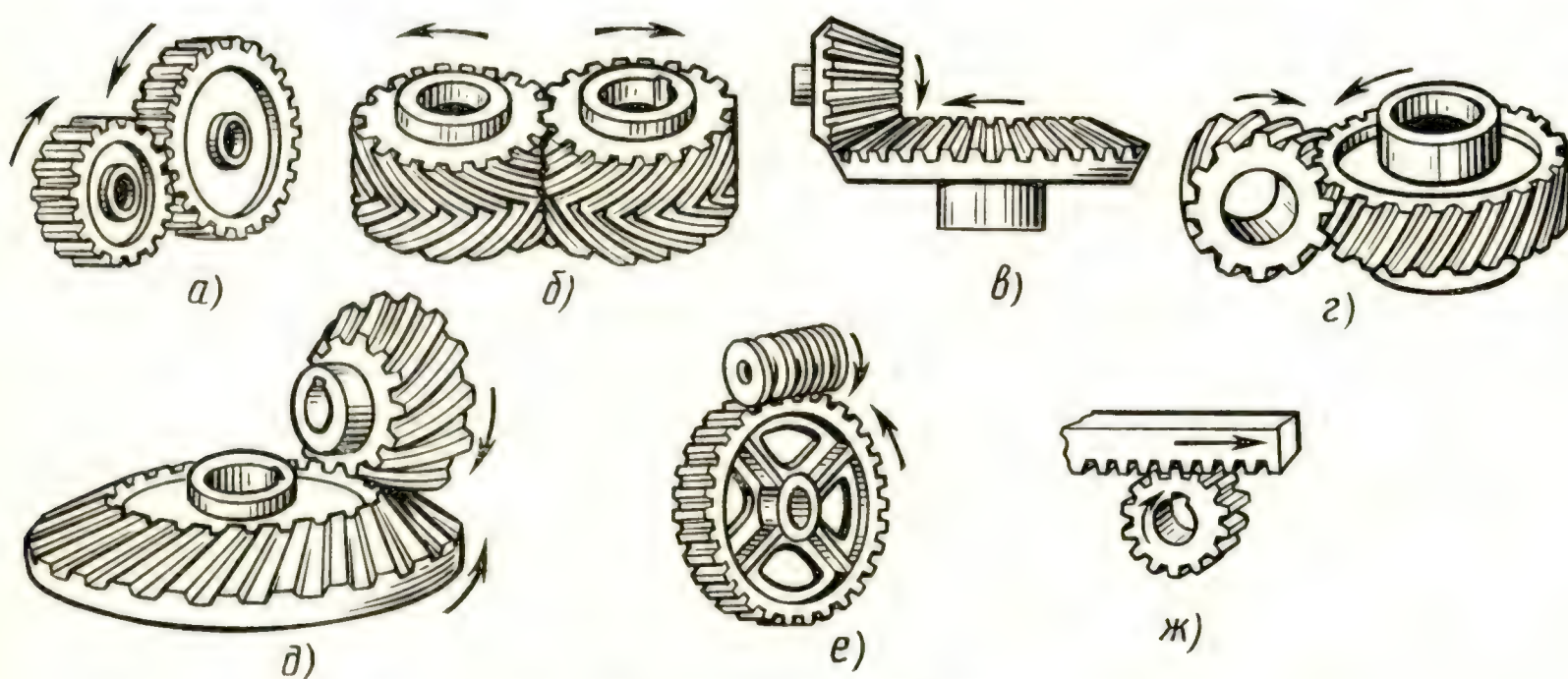


Рис. 99. Зубчатые передачи:

а — цилиндрическая с прямыми зубьями, б — цилиндрическая с шевронными зубьями, в — коническая с прямыми зубьями, г — цилиндрическая с винтовыми зубьями, д — коническая с винтовыми зубьями, е — червячная, ж — реечная

линдрическими зубчатыми колесами с винтовыми зубьями (рис. 99, г), коническими зубчатыми колесами с винтовыми зубьями (рис. 99, д), червячным колесом и червяком (рис. 99, е).

В зависимости от формы профиля зуба передачи бывают эвольвентными, с зацеплением Новикова, циклоидальными. Наибольшее распространение получили зубчатые передачи с эвольвентным зацеплением.

В зависимости от расположения зубьев на ободе колеса различают передачи с прямыми (рис. 99, а, в), косыми, шевронными (рис. 99, б) и винтовыми (рис. 99, г, д) зубьями.

Для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное применяют называемые реечными передачи зубчатое колесо — рейка (рис. 99, ж).

В зависимости от рабочей скорости различают следующие зубчатые передачи: тихоходные (окружная скорость до 3 м/с); среднескоростные (окружная скорость 3...15 м/с); быстроходные (окружная скорость свыше 15 м/с).

В зависимости от точности изготовления зубчатых колес различают передачи 12 степеней точности. В машиностроении применяют в основном передачи 6...9-й степеней точности; 6-я — передачи высокой точности, работающие с большими окружными скоростями; 7-я — передачи нормальной точности; 8-я — передачи средней точности; 9-я — тихоходные передачи пониженной точности.

Технические требования к зубчатой передаче. К кинематической точности зубчатых передач предъявляют три основных требования: 1) наибольшая допускаемая погрешность угла поворота колеса при зацеплении с эталонным зубчатым колесом; 2) нормальная плавность работы зубчатого колеса; 3) нормальный контакт зубьев (точность расположения пятна контакта сопряжения зубьев зубчатых колес в передаче).

Независимо от качества зубчатых колес и точности передачи на боковой зазор в зубчатых колесах установлены нормы. Боковой зазор, компенсируя возможные ошибки в размерах зубьев и неточность межосевого расстояния зубчатой передачи, а также возможные отклонения формы и размеров зубьев вследствие их нагревания, приводит, однако, к появлению ударов в процессе работы передачи и является причиной мертвого хода. Поэтому к боковому зазору предъявляют следующие требования: он должен исключить заклинивание зубьев зубчатых колес в процессе эксплуатации передачи; из-за наличия зазора не должна нарушаться плавность работы передачи; размер зазора должен быть таким, чтобы мертвый ход был минимальным. Допускаемое значение бокового зазора для цилиндрических зубчатых передач в зависимости от характера сопряжения деталей указывается в соответствующих справочниках. В цилиндрических зубчатых передачах боковой зазор измеряют в сечениях, перпендикулярных направлению зуба, а в конических — по направлению, перпендикулярному поверхности зубьев у большего основания делительного конуса.

В зацеплении боковой зазор устанавливают тем больший, чем грубее обработаны зубья колеса.

К зубчатым колесам, поступающим на сборку, и к самим зубчатым передачам предъявляют следующие технические требования:

зубья колес при контроле на краску должны иметь поверхность контакта, составляющую не менее 0,3 по длине зуба и 0,6...0,7 по высоте;

биение колес (как радиальное, так и торцевое) не должно превосходить пределов, установленных техническими условиями для собираемой передачи;

оси валов под зубчатые колеса должны быть взаимно параллельными (для цилиндрической передачи) или взаимно перпендикулярными (для конической зубчатой передачи) и лежать в одной плоскости;

между зубьями колес должен иметься зазор, размер которого зависит от степени точности передачи и определяется по таблицам соответствующих справочников;

собранный сборочный узел должен быть испытан на холостом ходу и под нагрузкой и обеспечивать плавность и бесшумность работы передачи, а также умеренный нагрев подшипниковых опор.

Точности изготовления зубчатых колес и сборки передачи должны соответствовать требованиям соответствующих ГОСТов.

§ 6. СБОРКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Технологический процесс сборки цилиндрической зубчатой передачи предусматривает выполнение следующих операций:

сборку зубчатого колеса, если в собираемой конструкции предусматривается установка составных зубчатых колес;

установку колес на вал и их фиксацию в заданном положении;

монтаж валов с установленными на них зубчатыми колесами в корпус;

регулирование собранного узла с цилиндрическими зубчатыми колесами;

контроль качества сборки цилиндрической зубчатой передачи.

С целью экономии дорогостоящих материалов зубчатые колеса, применяющиеся в тяжелонагруженных быстроходных передачах и имеющие большие диаметры, выполняют составными. В этом случае из дорогостоящих легированных материалов изготавливают только венец зубчатого колеса; для изготовления диска используют более дешевую конструкционную сталь или чугун.

Сборку составных зубчатых колес с напрессованным на диск ступицы 2 зубчатым венцом 1 (рис. 100, а) начинают с напрессовки зубчатого венца. Для фиксации осевого положения венца относительно диска ступицы на последней выполняют бурт. Во

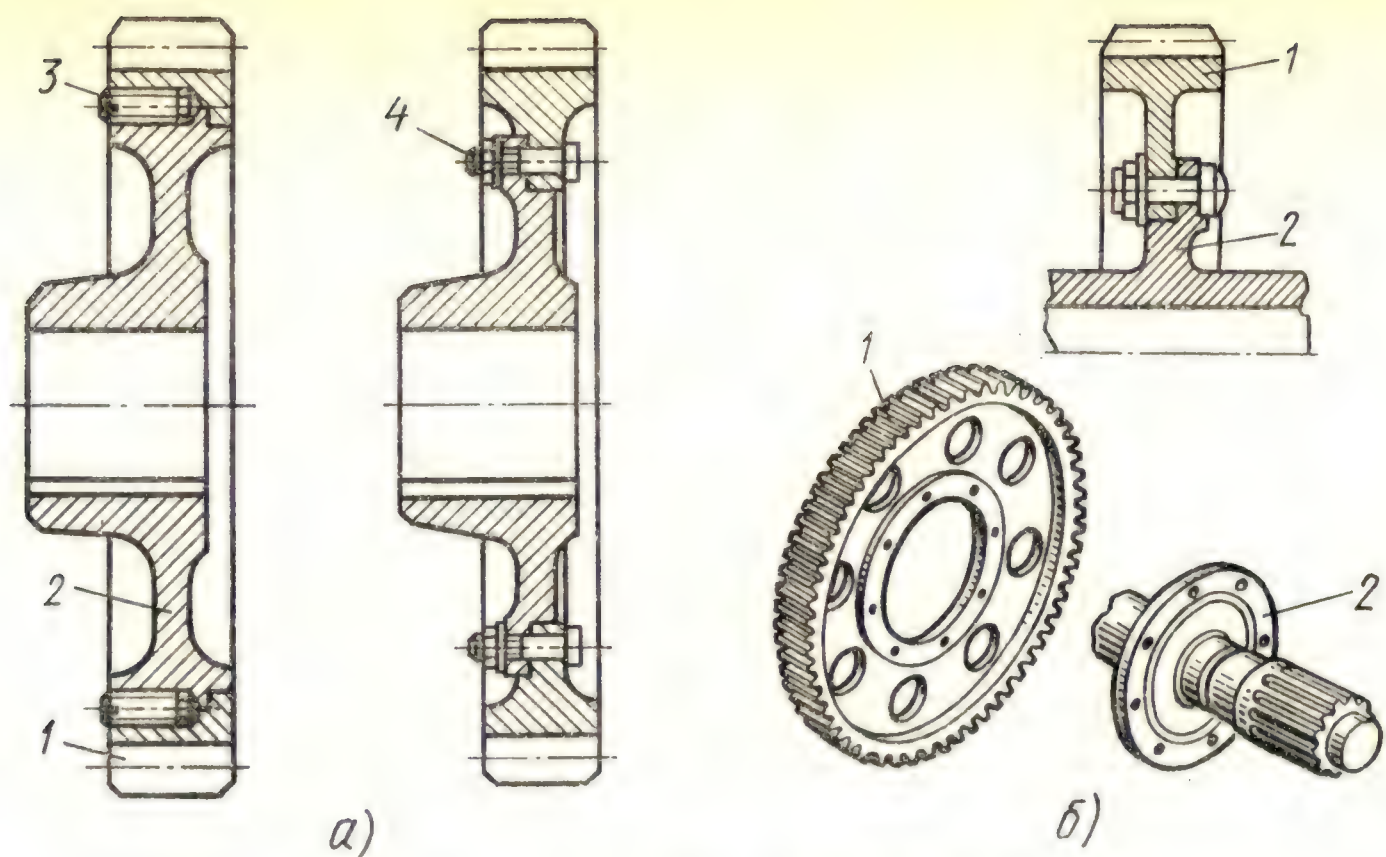


Рис. 100. Составное зубчатое колесо:

а — крепление венца на ступице, б — крепление венца на фланце;
1 — зубчатый венец, 2 — ступица, 3 — стопор, 4 — болт

избежание перекоса и облегчения напрессовки зубчатый венец обычно нагревают в масляной ванне или токами высокой частоты до $120...150^{\circ}\text{C}$. После напрессовки венец закрепляют на диске ступицы временными болтами, диаметр которых меньше диаметра постоянных болтов 4. Отверстия под временные болты или стопоры сверлят и после напрессовки на диск ступицы нарезают в них резьбу.

После сборки на временных болтах или стопорах зубчатый венец проверяют на радиальное биение, корректируя по результатам проверки его положение относительно ступицы. Затем зубчатый венец закрепляют временными болтами. Отверстия в ступице, последовательно освобождаемые от временных болтов или стопоров, развертывают с помощью кондуктора, зенкуют и нарезают в них резьбу под постоянные болты 4 или стопоры 3. Затем последовательно заменяют все временные болты или стопоры постоянными, затягивая постоянные болты динамометрическим ключом. После установки постоянных болтов или стопоров зубчатые колеса окончательно проверяют на радиальное биение.

Часто в конструкциях машин используют крепление зубчатого венца на фланец вала (рис. 100, б). В этом случае монтаж зубчатого колеса ведут в той же последовательности, что и монтаж зубчатого венца на диск ступицы при его креплении болтами.

Проверку составных зубчатых колес на биение производят в центрах, помещая между зубьями калибр-пробку, на которой устанавливают ножку индикатора. Проворачивая вал и перекладывая калибр через два-три зуба, регистрируют показания индикатора; по разности между наибольшим и наименьшим показаниями определяют биение зубчатого колеса. Для передач

средней точности радиальное биение не должно превышать 0,02...0,05, а торцевое — 0,08 мм на 100 мм диаметра колеса. Быстроходные зубчатые передачи, колеса которых имеют диаметр более 500 мм, должны подвергаться статической балансировке.

Контроль сборки. Для того чтобы обеспечить правильное зацепление зубчатой передачи, расстояние между осями валов должно равняться полусумме диаметров начальных окружностей зубчатых колес зацепления; кроме этого, оси валов должны быть взаимно параллельными. Соответствующее расстояние между осями должно быть выдержано в корпусе, где монтируют передачу. Расстояние между осями в корпусе можно измерить, пользуясь калибрами 1 и 3 и штихмассом 2 или штангенциркулем 5 (рис. 101, а). Если измерение проводят с помощью микрометрического штихмасса 2, к расстоянию между калибрами 1 и 3 прибавляют полусумму диаметров калибров; если в процессе измерения используют штангенциркуль, то от измеренного расстояния между наружными поверхностями калиб-

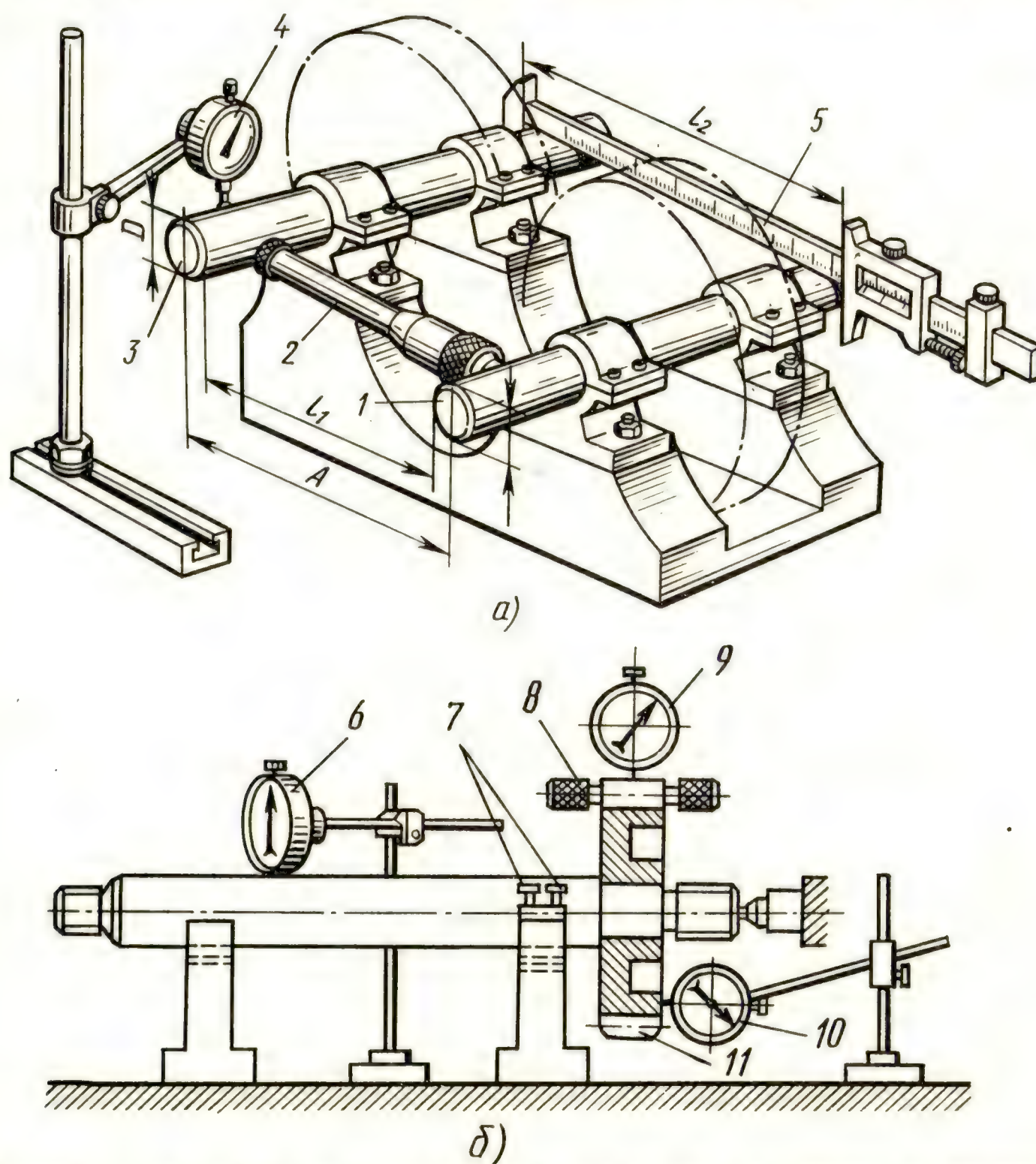


Рис. 101. Схемы проверки расположения отверстий в корпусе редуктора (а) и биения зубчатых колес (б):

1, 3, 8 — калибры, 2 — штихмасс, 4, 6, 9, 10 — индикаторы, 5 — штангенциркуль, 7 — винты, 11 — проверяемое зубчатое колесо

ров вычитают полусумму их диаметров. Определив расстояния между осями отверстий с одной и другой стороны корпуса, в котором будет смонтирована передача, по их разности можно определить, насколько оси параллельны между собой.

Расстояние от основания корпуса до оси отверстия измеряют с помощью индикатора 4, который настраивают по блоку концевых мер длины с учетом диаметров калибров.

При установке зубчатых колес на валах вследствие различных причин могут наблюдаться качание зубчатого колеса на шейке вала, радиальное биение по окружности выступов, торцевое биение, неплотное прилегание колеса к буртику вала. Качание проверяют, обстукивая напрессованное на вал зубчатое колесо молотком с бойком, выполненным из меди или алюминия. Проверку вала с установленным зубчатым колесом на радиальное и торцевое биения производят в центрах или на призмах (рис. 101, б). В последнем случае ее осуществляют следующим образом. Вал устанавливают на призмы и винтами 7 регулируют положение седел последних. По индикатору 6 вал выставляют параллельно поверочной плите. Индикаторную стойку устанавливают так, чтобы ножка индикатора 9 вошла в контакт с калибром 8, находящимся между зубьями зубчатого колеса 11, и был создан натяг на один-два оборота стрелки индикатора. Вращая колесо с валом и перекладывая калибр через несколько зубьев, фиксируют показания индикатора, по разности которых определяют радиальное биение. Проверку осевого биения осуществляют по индикатору 10.

Наиболее целесообразным для комплексного контроля осей отверстий в корпусных деталях является применение специального прибора — центратора (рис. 102). Для базирования прибора по торцу корпусной детали используют пластики 9, а его центрирование в контролируемом отверстии осуществляют с помощью выступа 15 на конце стяжки 1 и прихвата 8, который располагается в подвижной стяжке 4 с зажимами 10 и 11. Чтобы совместить шпиндель 13 с осью отверстия, его перемещают в поперечном направлении по штанге 2 с

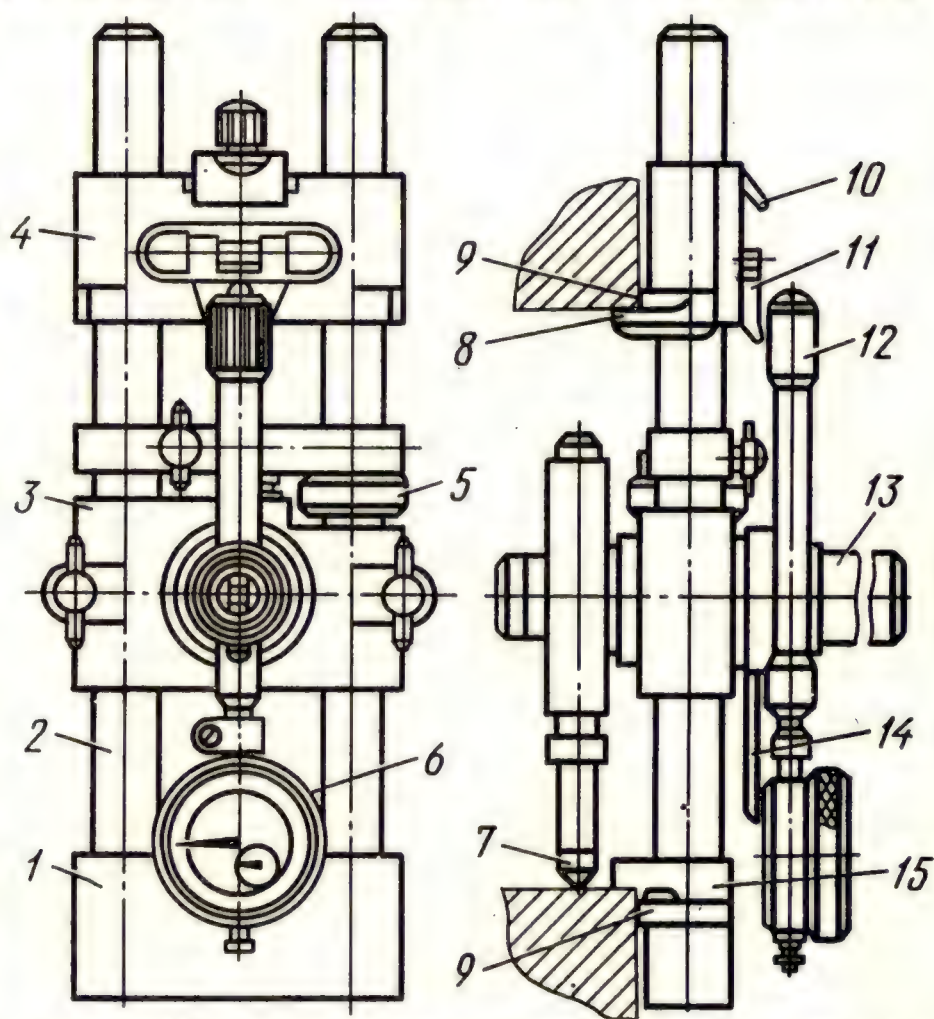


Рис. 102. Контрольный прибор для комплексного контроля расположения отверстий в корпусе редуктора:

1, 4 — неподвижная и подвижная стяжки, 2 — штанга, 3 — корпус, 5 — маховик, 6 — индикатор, 7 — удлинитель, 8 — прихват, 9 — пластики, 10, 11 — зажимы, 12 — шток, 13 — шпиндель, 14 — рычаг, 15 — выступ неподвижной стяжки

помощью рычага 14. Корпус 3 вместе со шпинделем перемещают в продольном направлении маховиком 5. Положение шпинделя относительно отверстия контролируют измерительным наконечником на удлинителе 7 и индикатором 6, для чего их вместе со шпинделем поворачивают вручную с помощью штока 12. При центрированном шпинделе стрелка остается неподвижной относительно шкалы.

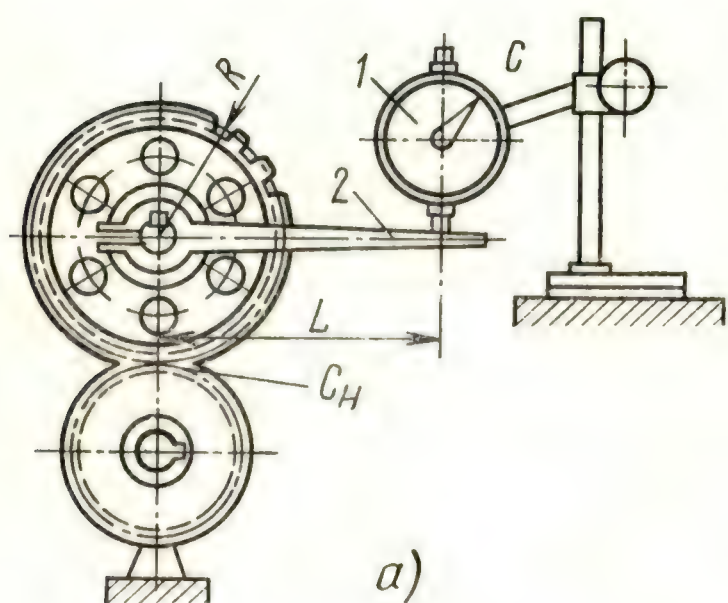
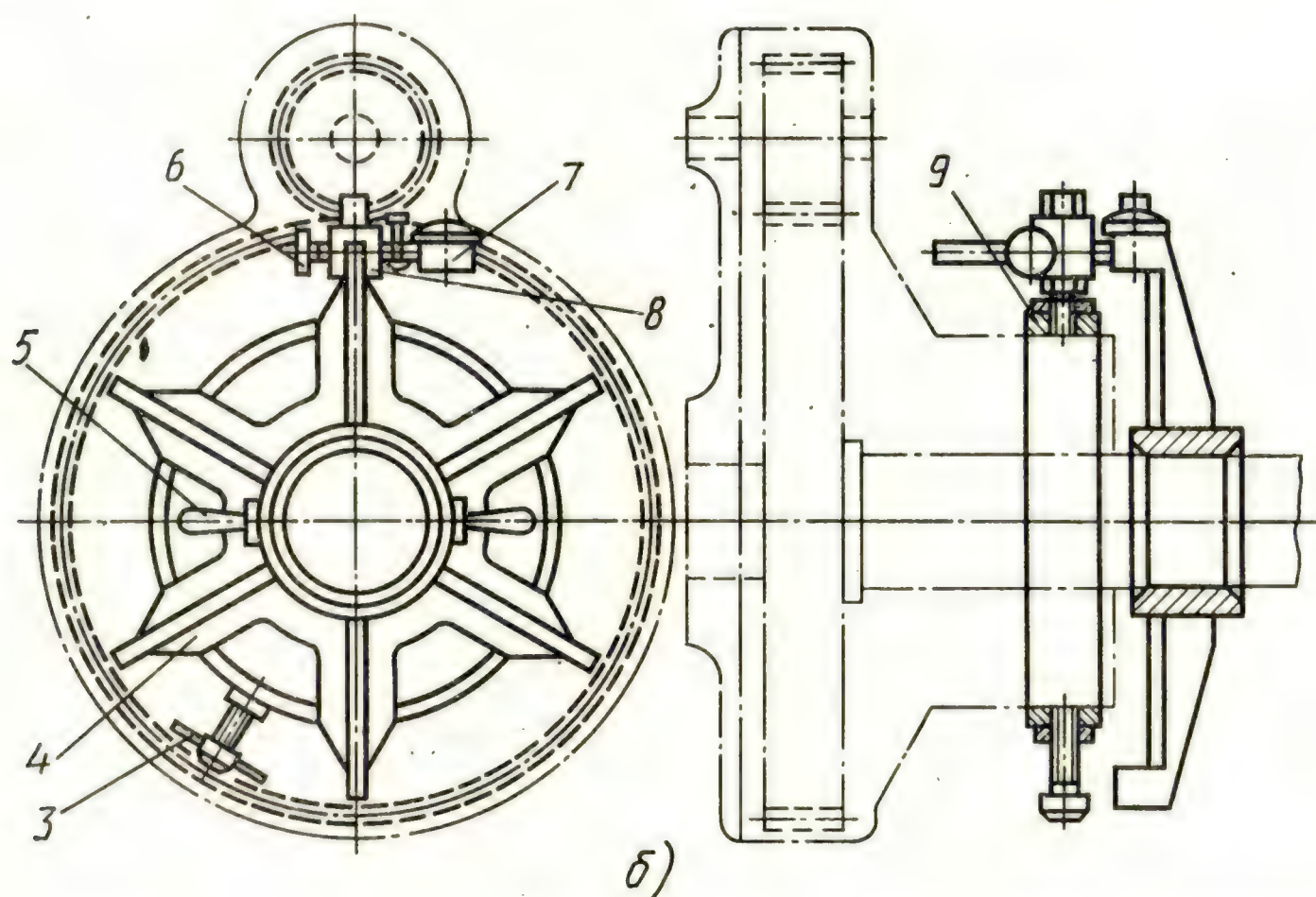


Рис. 103. Способы измерения бокового зазора в цилиндрической зубчатой передаче при открытом (а) и закрытом (б) доступе к ней:

1, 7 — индикаторы, 2 — поводок, 3, 6 — винты, 4 — крестовина, 5 — рукоятка, 8 — стойка, 9 — хомут



Для измерения межцентрового расстояния, отклонения от параллельности и перекоса осей отверстий применяют два центратора, которые устанавливают в отверстия сначала с одной стороны корпуса, а затем с другой. Измерения производят между контрольными шейками шпинделя с помощью микрометрического штихмасса так же, как и при использовании калибров.

Очень важным при монтаже зубчатых колес в корпус является определение бокового зазора в передаче, которое осуществляют щупом или индикатором (рис. 103, а). К валу одного

из зубчатых колес крепят поводок 2, который упирается в ножку индикатора 1, установленного на корпус передачи. Поводок с валом и зубчатым колесом поворачивают, удерживая от поворота второе колесо зацепления. Так как второе колесо неподвижно, то первое может быть повернуто только на величину, соответствующую боковому зазору. По отклонению стрелки индикатора, приведенному к радиусу начальной окружности зубчатого колеса, определяют номинальное значение бокового зазора: $C_n = CR/L$, где C — показание индикатора; R — радиус начальной окружности проверяемого колеса; L — расстояние от оси вала до ножки индикатора.

Если в зубчатой передаче применяют колеса, модуль зубьев* которых превышает 6 мм, то боковой зазор будет составлять 0,4...0,5 мм. В этом случае его определяют, три-четыре раза прокатывая между разными зубьями сопрягаемых колес свинцовую проволоку, длина которой должна быть равна длине зуба. Толщину проволоки после прокатывания проверяют с помощью микрометра.

Если требуется определить боковой зазор в передаче, доступ к зубчатым колесам которой затруднен (рис. 103, б), то на валу редуктора устанавливают крестовину 4, а к корпусу с помощью хомутка 9, положение которого фиксируют винтом 3, крепят стойку 8 с индикатором 7. Плоскость крестовины упирается в ножку индикатора с силой, соответствующей одному-двум оборотам стрелки. Покачивая крестовину с помощью рукоятки 5, снимают показания индикатора (при этом вал со вторым зубчатым колесом должен быть неподвижен). Индикатор в заданном положении фиксируют винтом 6. По полученным данным определяют номинальное числовое значение бокового зазора: $C_n = CR_z/R_k$, где C — показание индикатора (абсолютное значение перемещения стрелки); R_z — радиус начальной окружности зубчатого колеса; R_k — радиус крестовины, на котором была установлена ножка индикатора.

Качество зацепления собранной зубчатой передачи проверяют на краску. Зубья меньшего колеса покрывают тонким слоем краски и поворачивают передачу на один оборот. После этого по отпечаткам на сопряженном зубчатом колесе судят о качестве сборки, сравнивая полученные отпечатки с установленными нормами. Обычно для передач средней точности отпечатки краски на сопряженном зубчатом колесе должны располагаться в средней части боковой поверхности зуба и занимать площадь, составляющую 50...60 % высоты и не менее 70 % длины зуба (рис. 104, а). Если пятно контакта неправильно расположено на поверхности зуба или его площадь не соответствует изложенным выше требованиям, это свидетельствует о некачественной сборке передачи. В зависимости от рас-

* Модуль зубьев m является основной характеристикой размеров зубьев и равен отношению шага зубьев p к постоянному числу π .

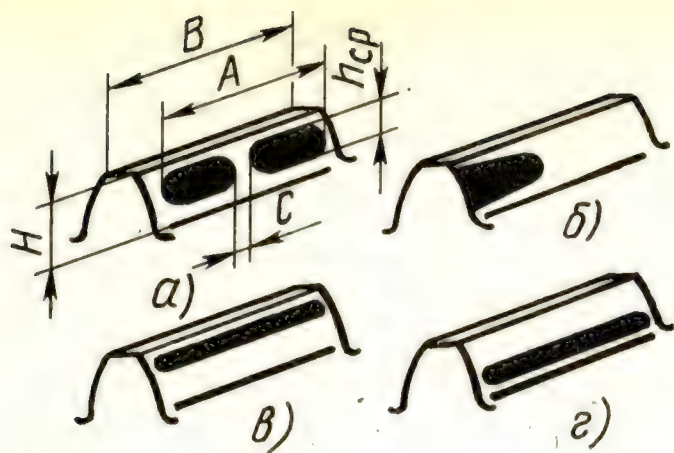


Рис. 104. Расположение пятен контакта при качественной (а) и некачественной (б... г) сборке цилиндрической зубчатой передачи

положения пятна контакта можно установить соответствующие дефекты сборки цилиндрической зубчатой передачи.

1. Пятно контакта расположено с одной стороны зуба (рис. 104, б). Это свидетельствует о перекосе колес при нарезании зубьев или перекосе отверстий под подшипники в корпусе. Если положение пятна контакта не изменяется при повороте зубчатого колеса на 180° , то перекосена ось отверстий в корпусе; в этом случае необходимо разобрать передачу, расточить заново отверстия и запрессовать в них втулки.

2. Пятно контакта расположено в верхней части зуба (рис. 104, в). Причиной этого может быть слишком большой радиальный зазор, а также несоответствие межосевого расстояния под подшипники в корпусе установленному чертежом. Передачу необходимо разобрать, расточить отверстия и запрессовать втулки.

3. Пятно контакта расположено у ножки зуба (рис. 104, г). Это свидетельствует о недостаточном радиальном зазоре в результате несоответствия толщины зуба техническим требованиям. В этом случае требуется замена одного или обоих зубчатых колес.

§ 7. СБОРКА КОНИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Технические требования к коническим зубчатым передачам. Конические зубчатые передачи применяют в тех случаях, когда необходимо осуществить передачу движения между двумя валами, расположенными, как правило, под углом 90° , с пересекающимися в пространстве геометрическими осями.

Наиболее часто применяют конические передачи колесами с прямыми, косыми и круговыми зубьями. Колеса с косыми и круговыми зубьями, несмотря на значительную трудоемкость изготовления, имеют значительные преимущества перед колесами с прямыми зубьями — они обеспечивают более плавную работу передачи и обладают большей прочностью, в связи с чем находят достаточно широкое распространение в машиностроении. Конические зубчатые передачи с косыми и круговыми зубьями применяют для передачи больших мощностей при высоких окружных скоростях.

Основными параметрами, характеризующими коническую зубчатую передачу, являются следующие (рис. 105): межосевой угол передачи δ ; угол начального конуса φ для каждого из колес передачи; модуль зубчатого зацепления; число зубьев

зубчатых колес передачи; длина l образующей начального конуса, которую определяют, исходя из усилий, передаваемых колесами передачи.

По сравнению с цилиндрическими конические зубчатые передачи имеют ряд недостатков: меньшая (примерно на 15 %) нагрузочная способность при одинаковых габаритных размерах передач; более сложное и дорогое изготовление; более сложный монтаж передачи в корпус при сборке; большая чувствительность к отклонению межцентровых расстояний; большие нагрузки, действующие на опоры валов.

Несмотря на перечисленные недостатки, конические передачи благодаря особенностям компоновки (передача движения между пересекающимися осями) широко применяют в машиностроении.

Технические требования, предъявляемые к коническим зубчатым передачам, в основном аналогичны техническим требованиям, которым должны удовлетворять цилиндрические передачи.

Технологический процесс сборки конической зубчатой передачи предусматривает выполнение следующих работ: установку и закрепление зубчатых колес на валах; установку валов с зубчатыми колесами в корпус; регулирование зубчатого зацепления с целью обеспечения плавности его работы.

Зубчатые колеса конической передачи устанавливают на вал в той же последовательности, что и зубчатые колеса цилиндрической передачи, пользуясь теми же способами. Правильность установки на валу конического зубчатого колеса и наличие радиального биения определяют по расположению пятен контакта (рис. 106, а...г), вводя коническое зубчатое колесо в контакт с другим таким же колесом, которое принято называть эталонным.

Прежде чем приступить к установке валов с зубчатыми колесами в корпус, необходимо проверить расположение в нем отверстий под валы. Проверку эту осуществляют с помощью калибров 1 и 2, которые центрируют в отверстиях корпуса (рис. 107, а). Если оси отверстий взаимно перпендикулярны, калибр 1 свободно входит в отверстие калибра 2. Для контроля перпендикулярности осей используют и другой способ (рис. 107, б). Оси отверстий можно считать взаимно перпендикулярными, если лапка калибра 1 плотно, без просветов, по всей длине прилегает к образующей калибра 2. Перпендикулярность осей проверяют также оправками со срезанными до оси концами (оси взаимно перпендикулярны и лежат в одной плоскости, если срезанные половины концов оправок плотно

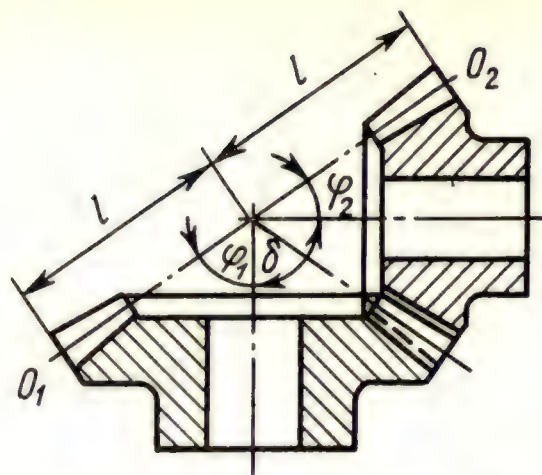


Рис. 105. Элементы зацепления конической зубчатой передачи

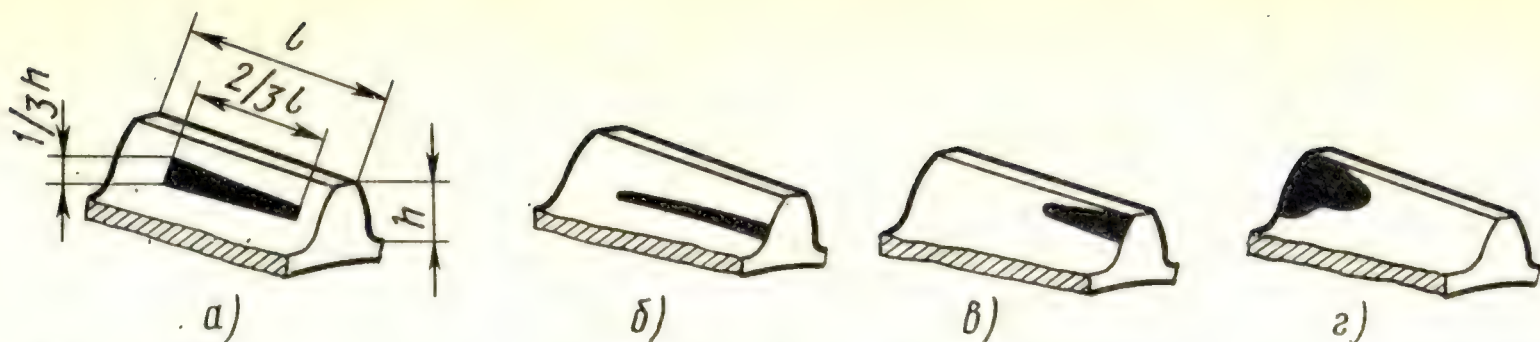


Рис. 106. Расположение пятен контакта при контроле на краску конической зубчатой передачи:

а — при правильном зацеплении, б — при недостаточном зазоре в передаче, в, г — при неправильном межцентровом расстоянии

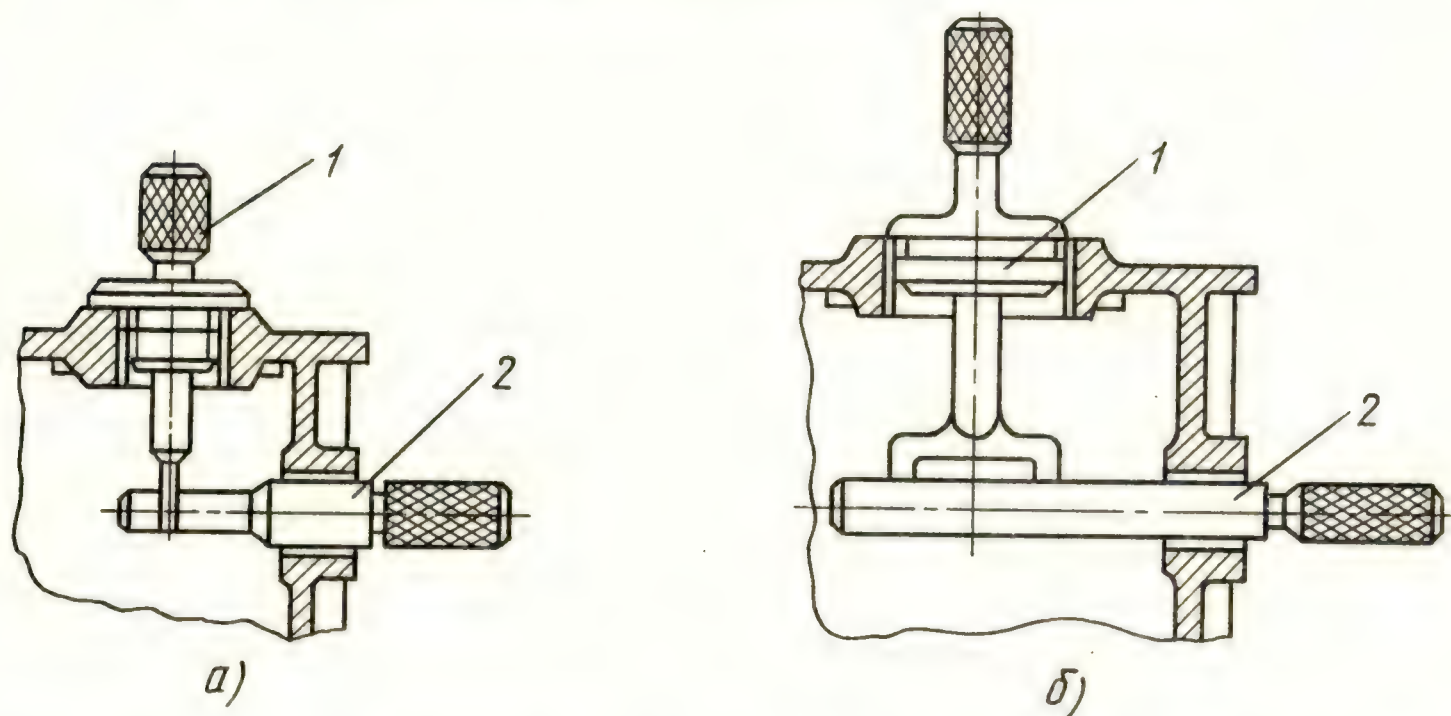


Рис. 107. Способы контроля расположения осей отверстий в корпусе редуктора конической зубчатой передачи:

а — калибром с отверстием, б — калибром с лапкой; 1, 2 — калибры

прилегают друг к другу; зазор между ними контролируют щупом).

Для того чтобы обеспечить нормальную работу зубчатых колес конической зубчатой передачи, необходимо отрегулировать боковой зазор между зубьями колес до заданного значения. Допускаемый размер бокового зазора задается в рабочих чертежах либо в технологической карте на сборку передачи. Для передач средней точности боковой зазор колеблется от 0,08 до 0,2 мм. Если конструкция передачи позволяет, т. е. доступ к колесам свободен, боковой зазор проверяют щупом. При больших (свыше 10 мм) модулях колес передачи зазор проверяют с помощью свинцовых проволочек так же, как это делают при контроле бокового зазора в цилиндрических зубчатых передачах.

Боковые зазоры в передачах повышенной точности проверяют с помощью индикатора. Стойку последнего закрепляют на корпусе, а его ножку вводят в контакт с одним из зубьев зубчатого колеса (второе зубчатое колесо закрепляют). Показывая колесо, по отклонению стрелки индикатора определяют числовое значение бокового зазора так же, как это делают при контроле бокового зазора в цилиндрических зубчатых переа-

чах. В конических передачах, доступ к которым затруднен, боковой зазор проверяют так же, как и в аналогичных цилиндрических зубчатых передачах.

При сборке конических зубчатых передач боковой зазор можно регулировать, смещая зубчатое колесо вдоль оси: при смещении колеса к вершине условного конуса зазор будет уменьшаться, а при его смещении в другую сторону — увеличиваться.

Регулирование колес в осевом направлении можно осуществлять с помощью стальных или латунных прокладок, которые помещают между ступицей зубчатого колеса и заплечиками вала. Вместо прокладок можно применять регулировочные кольца. Если вал установлен в регулируемых радиально-упорных подшипниках, положение колеса регулируют, перемещая его вместе с валом. Для того чтобы не нарушить регулировку подшипников, вынутые из-под одного подшипника прокладки устанавливают под другой. Таким же образом поступают при регулировании зазоров в подшипниках с помощью винтов (если один винт отпущен на $1/2$ оборота, то второй должен быть затянут на $1/2$ оборота, чтобы зазор в подшипниках сохранился без изменения).

Контроль сборки. После того как в конической передаче отрегулирован боковой зазор, качество сборки проверяют на краску. Для этого тонкий слой краски наносят на два зуба каждого из колес передачи, причем зубья стараются выбрать так, чтобы между ними было возможно большее число чистых зубьев. После нанесения краски зубчатые колеса поворачивают в направлении работы передачи и по отпечаткам краски (пятнам контакта) судят о качестве сборки передачи.

В конической зубчатой передаче колеса входят в контакт не по всей длине зуба, а только по той его части, которая составляет от $1/2$ до $2/3$ длины зуба и расположена ближе либо к толстому, либо к тонкому его концу. Для нормальной работы передачи положение колес целесообразно регулировать таким образом, чтобы зона контакта находилась ближе к тонким концам зубьев, так как эта сторона легче поддается деформирующим нагрузкам и зубья быстрее прирабатываются.

Пятно контакта должно располагаться на боковой поверхности зуба ближе к его тонкому концу, но не доходить до него (см. рис. 106, а). При правильной сборке пятно контакта должно занимать не менее 70% площади зуба (по высоте и длине). Для контрольного сравнения такое пятно должно быть показано в сборочном чертеже или технологической карте на сборку.

§ 8. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Червячная передача состоит из винта, называемого червяком, и червячного, представляющего собой разновидность цилиндрического косозубого, колеса. По сравнению с цилиндри-

ческими передачами с винтовым зубом, которые также обеспечивают передачу вращательного движения между валами с пересекающимися осями, червячные передачи имеют ряд преимуществ:

начальный контакт зубьев происходит не по точке, а по линии;

угол пересечения осей может быть каким угодно, но в большинстве случаев он составляет 90° ;

обод червячного колеса в отличие от обода обычного косозубого колеса имеет вогнутую форму, что способствует увеличению длины линии контакта зубьев;

червячные передачи работают плавно и бесшумно.

Существенным недостатком червячных передач является низкий КПД.

Резьба червяка может быть одно- или многозаходной, правой и левой. Угол подъема винтовой линии червяка соответствует углу подъема зубьев колеса. В большинстве случаев применяют передачи, имеющие правое направление подъема винтовой линии и число заходов от одного до четырех. Червяк для червячных передач изготавливают из углеродистых или легированных сталей с последующей термической обработкой до HRC₃ 58...63. Наиболее распространены червяки, изготовленные из легированных сталей 15X, 20X, 12ХН2, 12ХГТ, 20ХФ и углеродистых сталей марок 40 и 45, которые закаливают до твердости HRC₃ 45...55. В большинстве случаев червяк выполняют за одно целое с валом.

Выбор материала для изготовления червячного колеса зависит от скорости скольжения по его зубьям червяка. Так как условия смазывания червячной передачи весьма неблагоприятны и она имеет склонность к заеданию, венец червячного колеса изготавливают из бронзы, а в некоторых случаях (но значительно реже) — из антифрикционного чугуна или пластических масс; в связи с высокой стоимостью бронзы центральную часть колеса обычно выполняют чугуном либо сталью. Для изготовления зубчатого венца применяют бронзы, обладающие высокими антифрикционными свойствами.

При серийном изготовлении зубчатые колеса делают биметаллическими, т. е. зубчатый венец отливают методом центробежного литья в специальных формах, внутрь которых помещают чугунную ступицу.

При небольших диаметрах червячных колес зубчатые венцы крепят к ступице винтами. Если для изготовления обода колеса используют пластические массы, его соединяют со ступицей болтами, располагая венец между металлическими дисками.

К червячным передачам предъявляют следующие технические требования:

необходимо, чтобы профиль и шаг зубьев червячного колеса и червяка совпадали;

длина контакта зуба червяка и червячного колеса должна составлять не менее $\frac{2}{3}$ длины зуба колеса;

радиальное и торцевое биения червячного колеса должны соответствовать точности передачи;

межцентровое расстояние должно соответствовать расчетным величинам и не выходить за пределы допусков, установленные для передачи данной точности;

оси валов должны совпадать с осями отверстий в корпусе и располагаться по отношению друг к другу под углом 90° ;

мертвый ход червяка, т. е. угол поворота последнего при неподвижном червячном колесе, должен соответствовать точности передачи;

при проверке передача должна работать плавно и бесшумно; во время испытания передачи под нагрузкой температура нагрева подшипников не должна превышать $50...60^\circ\text{C}$.

§ 9. СБОРКА ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Технологический процесс сборки. Сборка червячных передач в большинстве случаев начинается с установки (напрессовки) зубчатого венца на ступицу в холодном или горячем состоянии. Затем сверлят отверстия и нарезают в них резьбу под болты или стопоры, которые после ввинчивания в отверстия раскернивают с целью предотвращения их самоотвинчивания. Крепление зубчатых венцов на ступицу с помощью болтов осуществляют так же, как и крепление болтами зубчатых венцов цилиндрических зубчатых колес. После установки стопоров червячное колесо проверяют на радиальное биение. Установка червячного колеса на вал и его проверка производятся так же, как и при монтаже на вал цилиндрических зубчатых колес.

При сборке червячной передачи особенно важно обеспечить правильное зацепление червяка и червячного колеса. Для этого необходимо, чтобы угол скрещивания их осей и межцентровое расстояние соответствовали требованиям чертежа. Средняя плоскость червячного колеса должна совпадать с осью червяка, а боковой зазор в зацеплении — соответствовать техническим требованиям. Поэтому, прежде чем приступить к установке червяка и червячного колеса в корпус, необходимо проверить межосевое расстояние отверстий под их установку и взаимное расположение осей этих отверстий.

Межосевое расстояние проверяют с помощью специальных, устанавливаемых в корпус оправок 1 и 2 (рис. 108, а). Микрометрическим нутромером 3 измеряют расстояние между оправками: $A = H + (D + d)/2$.

Проверку угла скрещивания осей осуществляют следующим образом (рис. 108, б). Вместо вала червячного колеса и червяка в корпус устанавливают оправки 1 и 2, на одну из которых надевают рычаг 4 с индикатором 5. Рычаг устанавливают так, чтобы ножка индикатора могла касаться точек m и n на по-

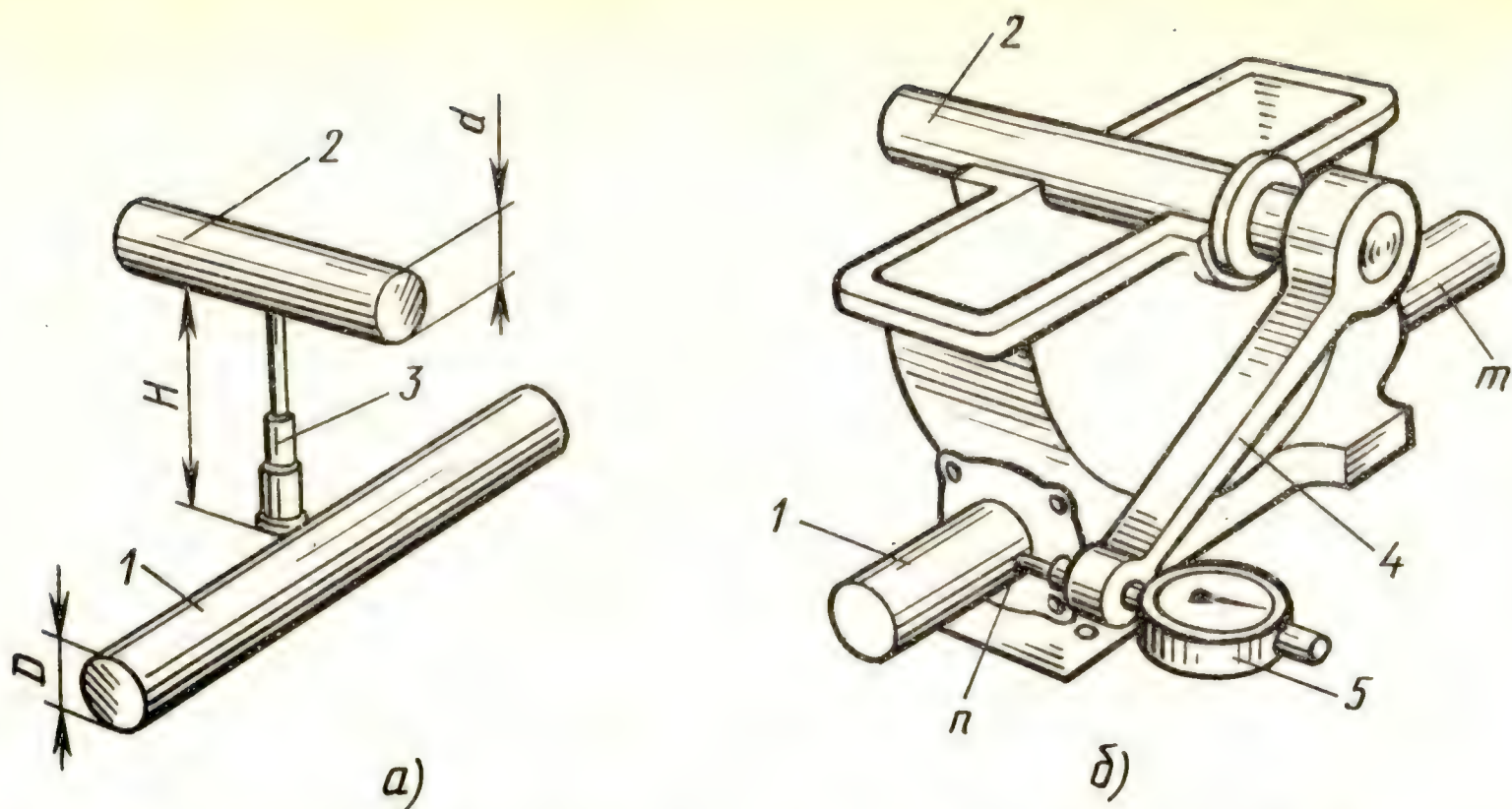


Рис. 108. Контроль расположения осей отверстий в корпусе червячного редуктора выполнением проверок:

а — межосевого расстояния, б — угла скрещивания осей; 1, 2 — специальные оправки, 3 — микрометрический нутромер, 4 — рычаг, 5 — индикатор

верхности оправки 1, выступающей из корпуса с противоположных сторон. Если показания индикатора в этих точках одинаковы, это свидетельствует о том, что валы скрещиваются под углом 90° .

При установке червячного колеса на вал на призматической шпонке ступицу колеса зажимают распорными втулками или крепят с обеих сторон гайками. В первом случае регулирование осевого положения осуществляется с помощью компенсаторных колец различной толщины, а во втором — смещением гаек в осевом направлении.

Контроль сборки. Для того чтобы собранную передачу проверить на совмещение средней плоскости червячного колеса с осью червяка, проводят контроль на краску. На поверхность зубьев червяка наносят краску и после его поворота по отпечаткам на зубьях червячного колеса судят о взаимном расположении червяка и колеса. При

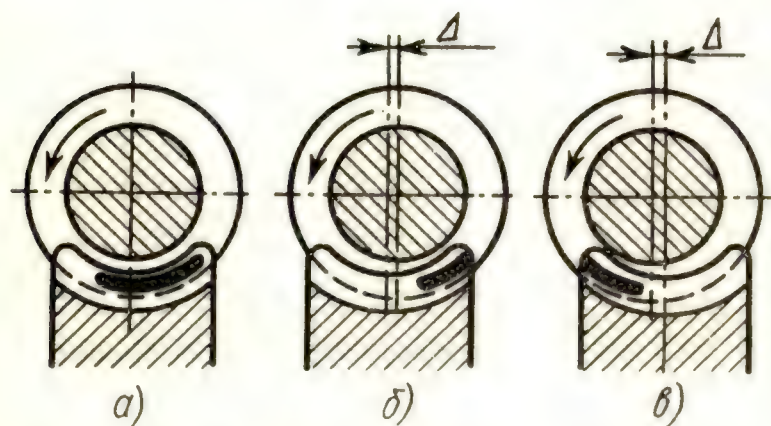


Рис. 109. Расположение пятен контакта при контроле на краску червячной передачи:

а — при правильном зацеплении, б — при смещении оси передачи вправо, в — при смещении оси передачи влево

правильно собранной передаче краска должна покрыть не менее 50...60 % поверхности каждого зуба колеса (рис. 109, а). Если средняя плоскость колеса смещена относительно оси червяка, пятно контакта расположится так, как это показано на рис. 109, б, в.

Боковой зазор в зацеплении червяка и червячного колеса (рис. 110, а) определяют, поворачивая червяк при неподвижном колесе (рис. 110, б). На выступающих кон-

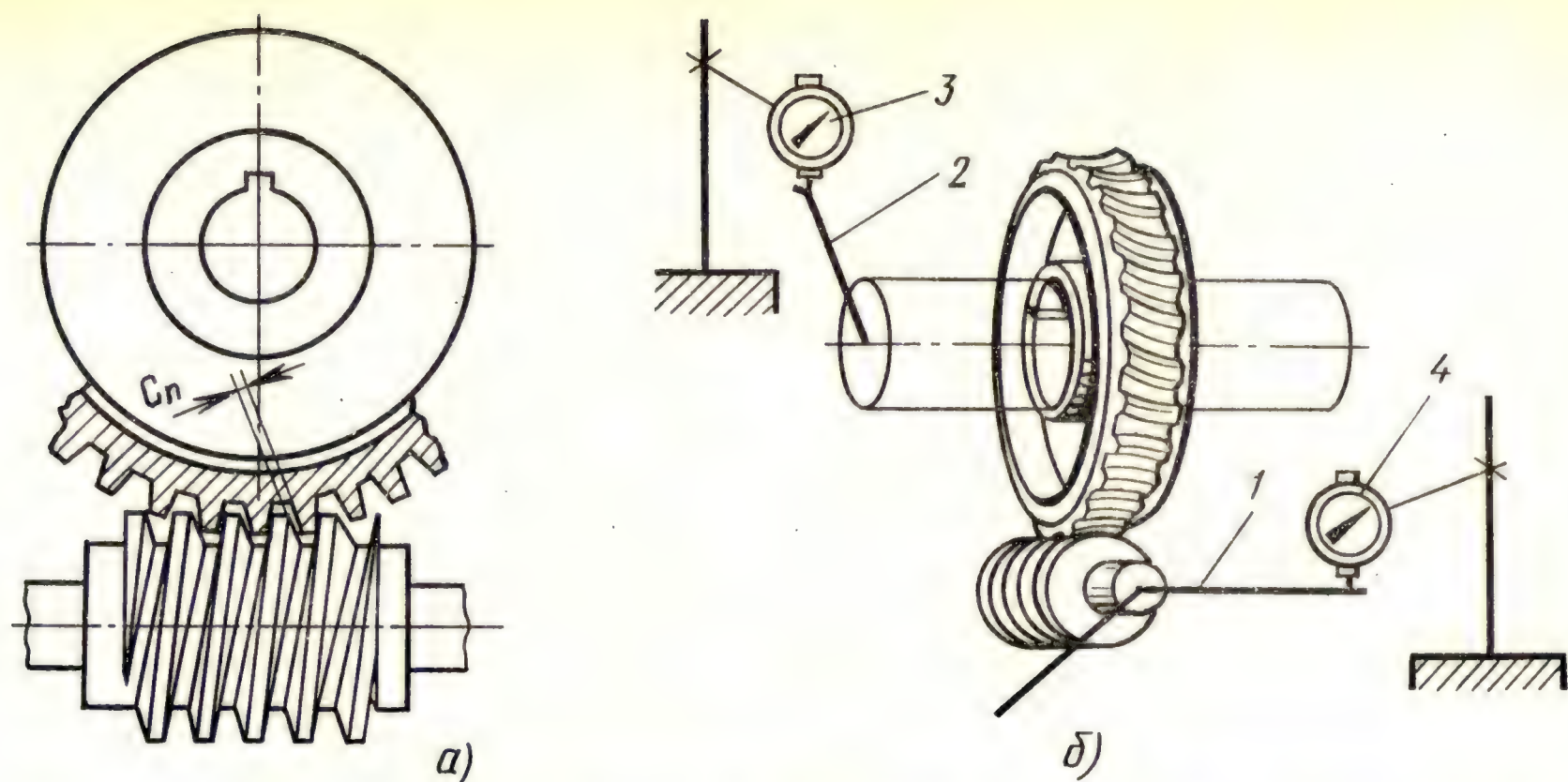


Рис. 110. Боковой зазор в червячной передаче (а) и схема его контроля (б):
1, 2 — рычаги, 3, 4 — индикаторы

цах вала червяка и червячного колеса крепят рычаги 1 и 2, которые касаются индикаторов 3 и 4. Отмечая положение стрелки индикатора 4, поворачивают вал червяка до тех пор, пока не начнет вращаться вал колеса; начало его вращения устанавливают по отклонению стрелки индикатора 3. По показаниям индикатора 4 (в угловых секундах) определяют угол поворота червяка.

Боковой зазор вычисляют по формуле $S_n = \varphi \frac{L}{3600}$, где φ — значение угла поворота червяка по показанию индикатора; L — расстояние от оси червяка до ножки индикатора.

§ 10. ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ИХ СБОРКА

Конструкции, назначение и применение фрикционных передач. Фрикционными передачами называют устройства, в которых движение от ведущего звена к ведомому передается путем их соприкосновения и взаимного качения. Простейшая фрикционная передача состоит из двух колес — катков, одно из которых закреплено на ведущем валу, а другое — на ведомом. Колеса прижимают друг к другу так, чтобы касательная сила сцепления была равна или превышала передаваемое окружное усилие.

В зависимости от назначения различают фрикционные передачи с постоянным (нерегулируемым) и переменным (регулируемым плавно) передаточным отношением. Передачи с плавным, бесступенчатым регулированием передаточного отношения называют вариаторами. Передачи с постоянным передаточным отношением в зависимости от взаимного расположения осей ведущего и ведомого валов делят на передачи с параллельными и с пересекающимися осями. В зависимости от

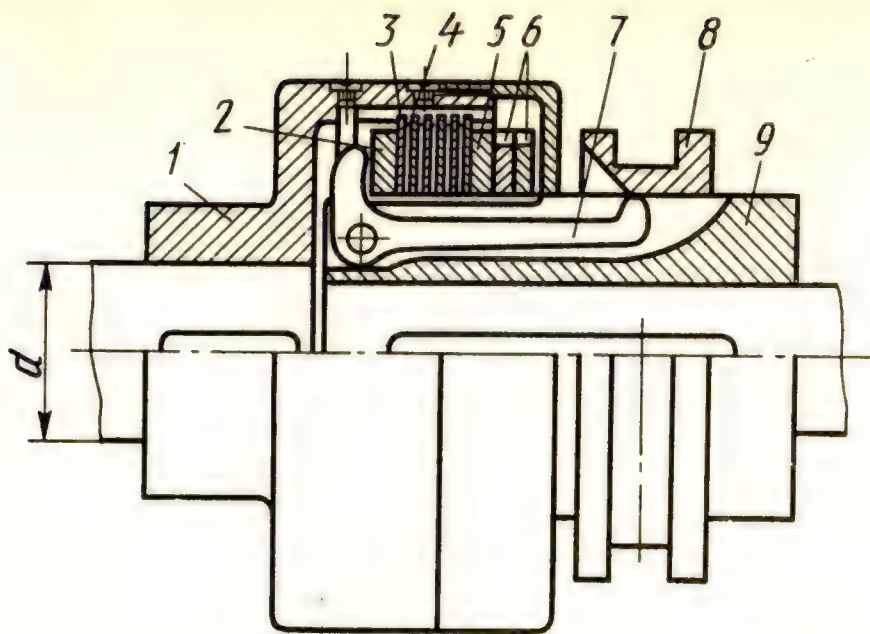


Рис. 111. Многодисковая фрикционная муфта:

1, 9 — полумуфты, 2, 5 — упорные кольца, 3, 4 — наружные и внутренние диски, 6 — упорные гайки, 7 — рычаг механизма включения муфты, 8 — втулка включения муфты

формы тела качения различают цилиндрические, конические и торцевые передачи.

Фрикционные передачи работают плавно и бесшумно, имеют простую конструкцию и достаточно точно передают движение. Однако их существенными недостатками являются следующие: передача небольших мощностей (до 20 кВт); низкий КПД (0,85...0,9); оказываемое ими значительное давление на опоры. Фрикционные передачи находят применение в шаровых мельницах, винтовых прес-

сах, тормозных устройствах, соединительных муфтах и др. При их изготовлении важно правильно выбрать материал для катков.

Фрикционные муфты предназначены для плавного сцепления и расцепления валов при их вращении. Обеспечивается это регулированием силы трения между половинами муфты, которые в процессе работы можно прижать друг к другу с различным усилием. Фрикционные муфты предохраняют валы передач от перегрузок, так как при увеличении передаваемой мощности сверх допустимой полумуфты проскальзывают друг относительно друга.

В зависимости от формы рабочей поверхности трения различают дисковые, конусные и цилиндрические фрикционные муфты. В дисковых муфтах рабочими поверхностями являются плоские торцевые поверхности дисков; в конусных муфтах эти поверхности конические, в цилиндрических — цилиндрические. Наибольшее распространение получили дисковые фрикционные муфты, имеющие наименьшие диаметральные габаритные размеры.

Многодисковая фрикционная муфта (рис. 111) состоит из двух неподвижных полумуфт 1 и 9, наружных 3 и внутренних 4 дисков, двух упорных колец 2 и 5, между которыми расположены диски, упорных гаек 6, рычага 7 механизма включения муфты и подвижной, управляемой с помощью отводки, втулки 8 включения муфты. Наружные диски 3 соединены с полумуфтой 1, а внутренние 4 — с полумуфтой 9 подвижным шлицевым соединением. При включении все диски зажимаются между упорными кольцами, одно из которых упирается в гайку, а другое — в рычажный механизм включения. В разомкнутом положении между дисками имеются зазоры. Регулируют муфту, изменяя расстояние между упорными кольцами за счет перемещения упорных гаек 6.

Контрольные вопросы

1. Как определить и отрегулировать стрелу прогиба ремня ременной передачи?
2. Как компенсировать несовпадение плоскостей шкивов с плоскостью движения ремня?
3. Почему в процессе эксплуатации цепной передачи цепь вытягивается и как это может повлиять на работу передачи?
4. Для чего необходимо при сборке зубчатой передачи обеспечить радиальный зазор между зубчатыми колесами?
5. Какова особенность сборки крупногабаритных зубчатых колес на длинных валах?
6. По каким параметрам и как испытывают конические зубчатые передачи?
7. Как осуществляют в процессе сборки контроль взаимного расположения валов червячной передачи?
8. Каким способом регулируют боковой зазор в процессе сборки червячной передачи?
9. В каких случаях применяют фрикционные передачи?
10. Какие основные дефекты могут возникнуть в процессе сборки фрикционной передачи и как предупредить их появление?

ГЛАВА 9

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

§ 1. ТИПЫ НАПРАВЛЯЮЩИХ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Типы направляющих. Направляющие служат для обеспечения прямолинейного и кругового движения подвижных узлов относительно неподвижных. Точность изготовления направляющих и их износостойкость оказывают большое влияние на качество работы оборудования. В зависимости от характера трения при перемещении подвижного узла относительно неподвижного различают направляющие скольжения, качения и гидростатические.

Направляющие скольжения (рис. 112, а) имеют весьма разнообразные конструкции. Если поверхность скольжения выпуклая, то на ней плохо удерживается смазка, поэтому такие направляющие в основном применяют при малых скоростях. Однако они просты в изготовлении и, кроме того, стружка не задерживается на поверхности, что предупреждает возможность их повышенного износа.

Направляющие, образующие в поперечном сечении вогнутый (вогнутый) профиль, более пригодны к использованию в механизмах с высокими скоростями перемещения узлов, так как хорошо удерживают смазку, но их необходимо тщательно предохранять от попадания стружки и различных загрязнений.

Плоские направляющие по сравнению с другими наиболее просты в изготовлении, но плохо удерживают смазку и легко загрязняются, что значительно ограничивает их применение.

С целью упрощения конструкции узлов поступательного движения используют комбинированные направляющие в виде сочетания направляющих плоских и треугольных.

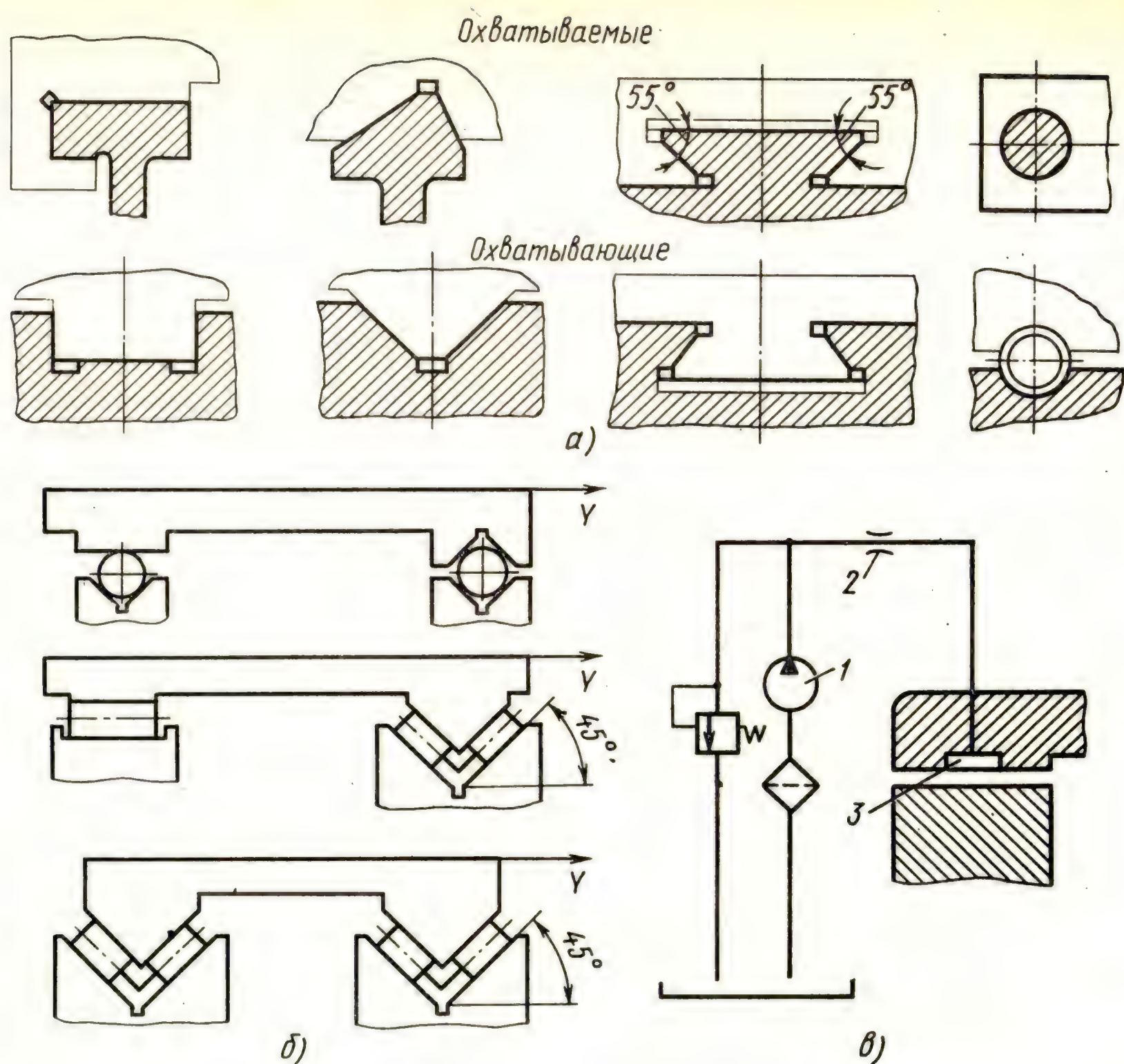


Рис. 112. Направляющие скольжения (а), качения (б) и схема гидростатических незамкнутых направляющих (в):

1 — насос, 2,3 — каналы

В некоторых случаях применяют круглые направляющие, которые относительно просты в изготовлении и эксплуатации.

Направляющие качения (рис. 112, б) находят в последние годы все более широкое применение в металлорежущих станках (особенно повышенной точности). При качении шариков или роликов (называемых телами качения) по замкнутым направляющим возникает трение качения, сила которого значительно меньше силы трения скольжения. Применение направляющих качения позволяет снизить коэффициент трения примерно в 20 раз, в связи с чем их износ значительно меньше по сравнению с износом направляющих скольжения. Кроме того, направляющие качения обеспечивают более плавное движение, так как при их использовании отсутствует эффект прилипания, характерный для направляющих скольжения.

В направляющих качения шарики или ролики находятся в плоском сепараторе; они расположены между закаленными поверхностями направляющих сопрягаемых узлов. Так как при

движении подвижной части относительно неподвижной тела качения движутся по направляющим неподвижного узла, то они проходят лишь половину пути, на который перемещается подвижный узел. Вследствие этого сепараторы делают короче подвижного узла на половину его хода. Для больших перемещений применяют конструкции без сепаратора (при движении тела качения попадают в специальный желоб и непрерывно циркулируют по замкнутому контуру).

Гидростатические направляющие (рис. 112, в) применяют в тех случаях, когда необходима очень высокая точность перемещения подвижных узлов. Наиболее часто эти направляющие используют в прецизионных станках и станках с программным управлением, где требуется высокая точность перемещения исполнительных узлов. Сопрягаемые детали благодаря наличию между ними масляного слоя толщиной в несколько микрометров работают почти без трения, в связи с чем КПД гидростатических направляющих практически равен единице.

При использовании гидростатических направляющих подвижный узел перемещается как бы на масляной подушке, которая создается за счет подачи масла под давлением от насоса 1 в зазор между подвижным и неподвижным узлами по специальным каналам 2 и 3, выполненным в неподвижном узле.

Применение гидростатических направляющих значительно ограничено их высокой стоимостью.

Технические требования к направляющим. Нормальная работа механизма с поступательно движущимися частями возможна при выполнении следующих условий:

- направляющие должны быть прямолинейны;

- на поверхности направляющих не должно наблюдаться задиров;

- направляющие должны быть пригнаны друг к другу так, чтобы щуп определенного размера, указанного в технических условиях, не проходил между сопрягаемыми поверхностями;

- смазочные канавки на направляющих должны быть расположены в определенных, указанных в технических условиях местах и содержаться в надлежащем состоянии;

- отклонение направляющих от прямолинейности должно составлять 0,01...0,05 мм на 1000 мм длины направляющих;

- отклонение направляющих от параллельности в зависимости от назначения механизма должно составлять 0,01...0,05 мм на 1000 мм длины направляющих;

- отклонение поверхностей направляющих от перпендикулярности должно составлять 0,01...0,02 мм на 1000 мм длины направляющих;

- поверхности направляющих после их окончательной обработки должны иметь следующие параметры шероховатости: для направляющих общего назначения Ra 1,25...0,63; для направляющих прецизионного оборудования Ra 0,04.

Детали с направляющими и детали, сопрягаемые с ними, поступают на сборку, как правило, в обработанном виде и требуют только окончательной отделки (и то не во всех случаях). Поэтому основной задачей слесаря-сборщика является доводка поверхностей направляющих до требуемой точности и придание им заданной формы. Кроме того, слесарь должен установить механизм с направляющими в строго определенное положение.

Таким образом, монтаж сборочных единиц с поступательно движущимися частями сводится к отделке поверхностей направляющих, пригонке по ним сопрягаемых деталей и регулированию зазоров в соединениях.

§ 2. ОТДЕЛОЧНЫЕ И ПРИГОНОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ СБОРКЕ НАПРАВЛЯЮЩИХ

Отделка направляющих. На практике наиболее часто отделку направляющих осуществляют с помощью шабрения, строгания широким резцом, тонкого фрезерования торцевыми фрезами, шлифования и притирки. В слесарно-сборочных работах наиболее широкое применение находит шабрение, так как оно обеспечивает высокую точность поверхностей направляющих независимо от их длины и формы. Шабрение коротких направляющих обычно не вызывает сложностей, так как осуществляется обычными методами.

При шабрении длинных направляющих применяют плиты и линейки, а шабрение производят по так называемым маякам (рис. 113). Сущность нанесения маяка на направляющие заключается в том, что на обрабатываемой поверхности шабруют по плите 2 небольшой участок, размер которого несколько превышает размер плиты. Шабрение производят по краске до тех пор, пока поверхность плиты не будет равномерно окрашиваться. После этого на поверхности плиты устанавливают уровень 3, который не должен показывать отклонения от горизонтальности ни в продольном, ни в поперечном направлениях. Маяк шабруют на обоих концах направляющих 1 и 4.

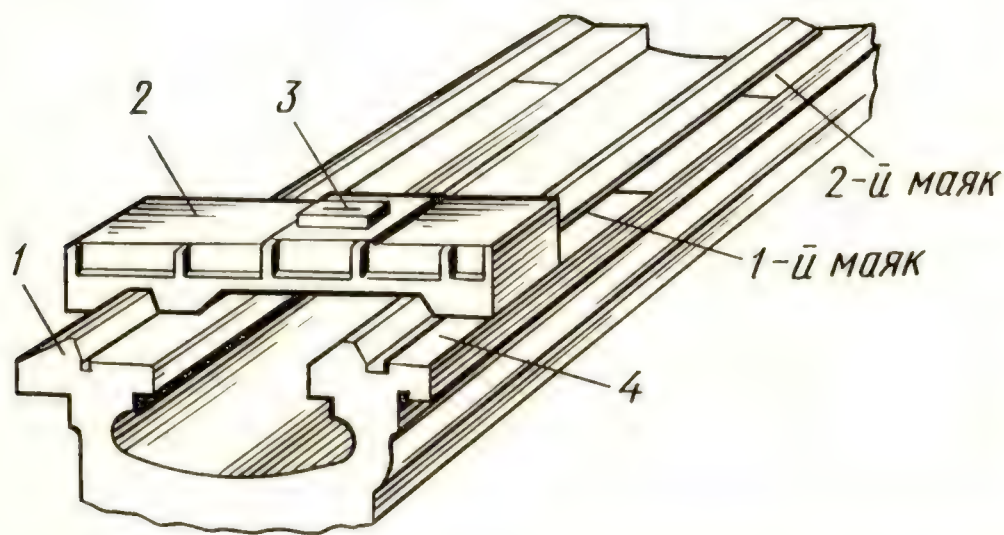


Рис. 113. Схема пробивки маяков на направляющих:

1, 4 — направляющие каретки, 2 — плита для шабрения, 3 — уровень

Если при шабрении для контроля качества применяют линейку и уровень, то маяки наносят по всей поверхности направляющих таким образом, чтобы расстояние между соседними маяками пере-

крывалось поверочной линейкой. Следует иметь в виду, что чем ближе расположены маяки, тем выше качество шабрения. Каждый маяк обрабатывают, контролируя его положение относительно соседнего по уровню; таким образом все маяки выводят на одну прямую, расположенную горизонтально. В дальнейшем маяки выполняют роль базовых поверхностей при обработке участков направляющих между ними.

Направляющие, изготовленные как одно целое со станиной, не требуют перед отделкой никаких сборочных работ. При сборке узлов с накладными направляющими приходится перед отделкой осуществлять их крепление к станине. Установив предварительно направляющие с помощью клиньев и башмаков по уровню, их после проверки крепят к станине окончательно. Крепление накладных направляющих к станине производят болтами и винтами с потайными головками.

Пригонка направляющих и регулирование зазоров. Пригонка направляющих и сопряженных с ними частей — операция весьма трудоемкая. Поэтому для облегчения этой операции и упрощения регулирования зазоров между трущимися поверхностями, которые перемещаются друг относительно друга поступательно, применяют различные регулировочные устройства — компенсаторы (рис. 114, а), изготавливаемые в виде планок прямоугольного или косоугольного сечения с уклоном от 1:100 до 1:40. В процессе регулирования планки 1 и клинья 3 перемещают в продольном направлении и закрепляют в установленном (для обеспечения заданного зазора) месте с помощью винтов 2 (рис. 114, б). Регулировочные планки 1 и клинья 3 устанавливают, как правило, с незагруженной стороны направляющих. Необходимо, чтобы после регулирования узлы, сопрягаемые с направляющими, перемещались свободно, но в то же время должна быть полностью исключена возможность опрокидывания узла или его отрыв от направляющих. Эти условия и обеспечиваются при применении компенсаторов.

Узлы, сопрягающиеся с вертикальными направляющими, должны перемещаться вниз под действием силы тяжести, но в то же время сохранять определенное положение в соединении.

Пример сборки соединения с плоскими направляющими (рис. 115). Прежде чем приступить к сборке направляющих, проверяют их соответствие техническим требованиям. После проверки на направляющие устанавливают ползун 1 таким образом, чтобы он мог свободно перемещаться по ним, опираясь на поверхности А и Б, которые направляют ползун в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости ползун направляется поверхностями В и Г. В целях предупреждения опрокидывания ползуна в конструкции предусмотрена планка 2, которая опирается на поверхности Д и Е. Для того чтобы обеспечить свободное перемещение ползуна в сопряжениях по поверхностям В, Г, Д и Е, необходимо создать зазоры. Они не должны быть большими, так как это может привести к опроки-

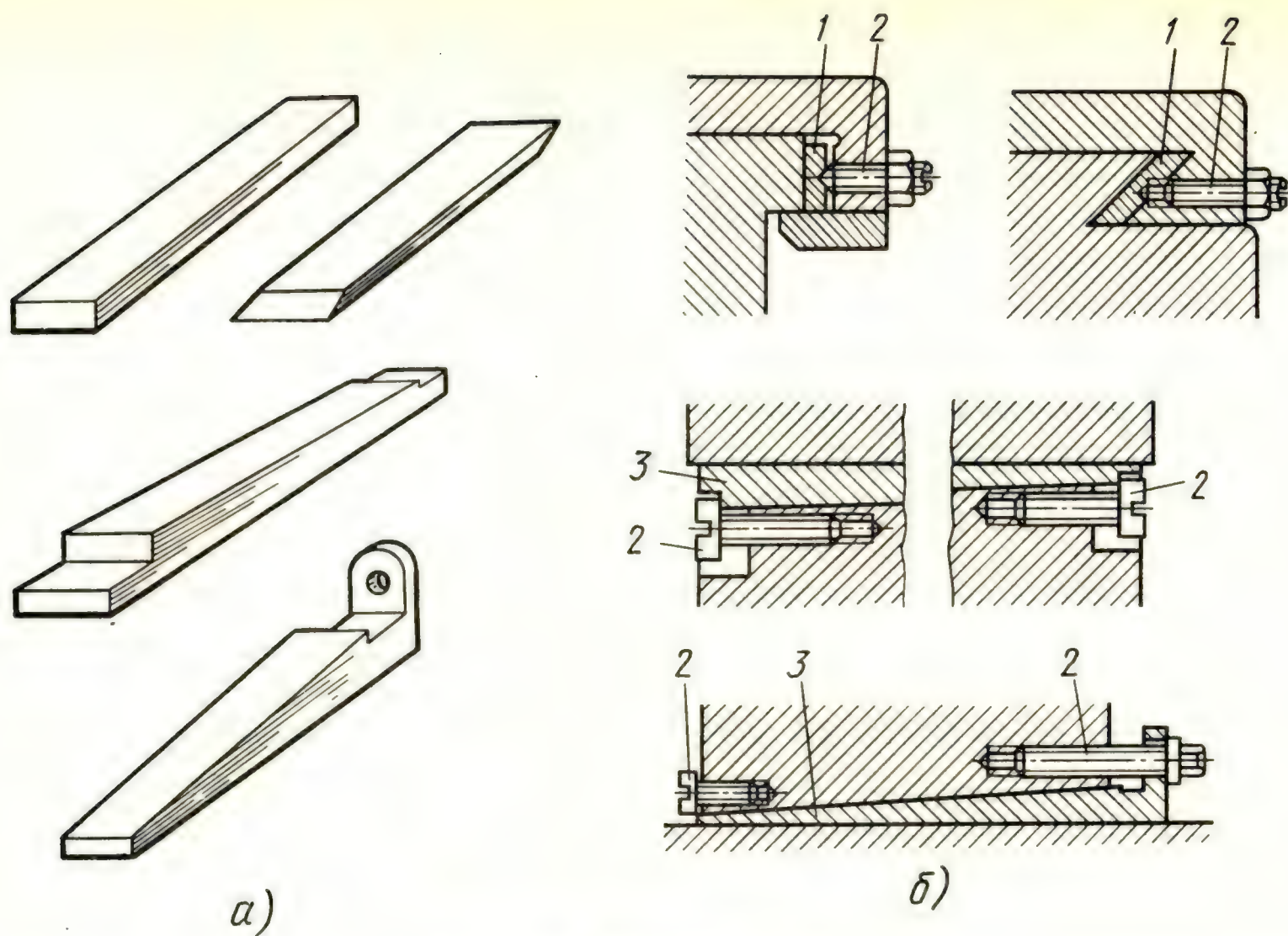


Рис. 114. Компенсаторы:
а — конструкция, б — схемы установки и регулирования; 1 — планки, 2 — винты, 3 — клинья

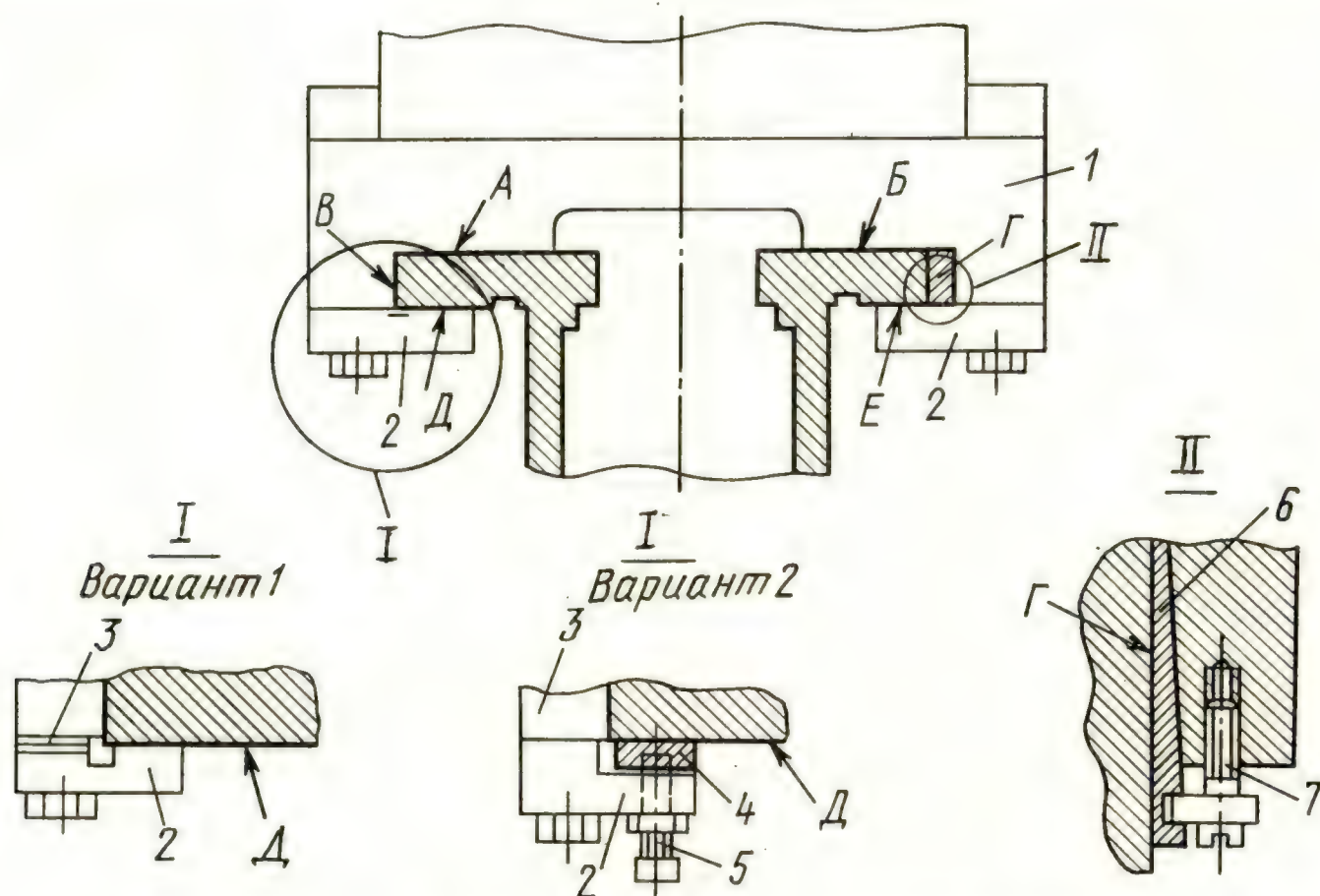


Рис. 115. Узел с плоскими направляющими:
1 — ползун, 2 — планка, 3, 4 — нерегулируемая и регулируемая прокладки, 5, 7 — винты, 6 — клин

дыванию ползуна то в одну, то в другую сторону при его движении по направляющим (размеры зазоров указываются в сборочных чертежах или технических условиях на сборку). Заданную точность зазоров можно выдержать только в том случае, если отклонение от параллельности поверхностей А и Д или

Б и Е составляет не более 0,02 мм на 1000 мм длины направляющих. Такая высокая точность может быть выдержана при обработке направляющих шлифованием, тонким строганием, фрезерованием, притиркой или шабрением. Обработку плоских направляющих шабрением необходимо осуществлять в такой последовательности: сначала шабрить поверхности А и Б, затем — Д и Е, а после них — В и Г. Качество шабрения определяют по пятнам контакта при контроле на краску с помощью поверочной плиты.

Заданный зазор можно также получить установкой прокладок 3 (узел I, вариант 1). Удобнее при сборке этого узла использовать регулируемую прокладку 4 (вариант 2). Ее прижимают до отказа с помощью винта 5, после чего винт отпускают в зависимости от шага резьбы и требуемого зазора на $1/4—1/2$ оборота и стопорят контргайкой.

Для регулирования зазоров по плоскостям В и Г сопряжения применяют клин 6 (узел II), который предварительно должен быть пришабрен по направляющим и стенке ползуна. Зазор регулируют с помощью винта 7.

§ 3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СБОРКИ

Контроль качества сборки является неотъемлемой частью сборочного процесса. Собранные узлы в первую очередь проверяют на плоскостность, параллельность и перпендикулярность поверхностей направляющих. Кроме того, направляющие проверяют на правильность геометрической формы. Геометрическую форму фасонных направляющих контролируют с помощью угломеров, шаблонов или специальных фасонных плит. При использовании плит контроль осуществляют на краску, а во всех остальных случаях пользуются методом световой щели.

Проверка плоскостности поверхностей направляющих осуществляется с помощью поверочных плит — на краску (рис. 116, а) или методом световой щели. В первом случае проверку производят по количеству пятен контакта на поверхности 25×25 мм. При контроле отклонений от плоскостности методом световой щели пользуются щупом.

Проверка прямолинейности поверхностей направляющих осуществляется методами, которые делят на две группы: 1) определение угловых отклонений отдельных участков проверяемой поверхности от эталонной прямой с помощью уровня; 2) определение линейных отклонений от эталонной прямой.

Для определения отклонений от прямолинейности применяют линейки с расстоянием между опорами 250, 500 и 1000 мм и уровень с ценой деления 0,04...0,6 мм на 1000 мм длины. Наиболее распространен контроль прямолинейности с помощью линеек, но уровень обеспечивает более высокую точность измерения.

Хорошие результаты получают также, проверяя прямолиней-

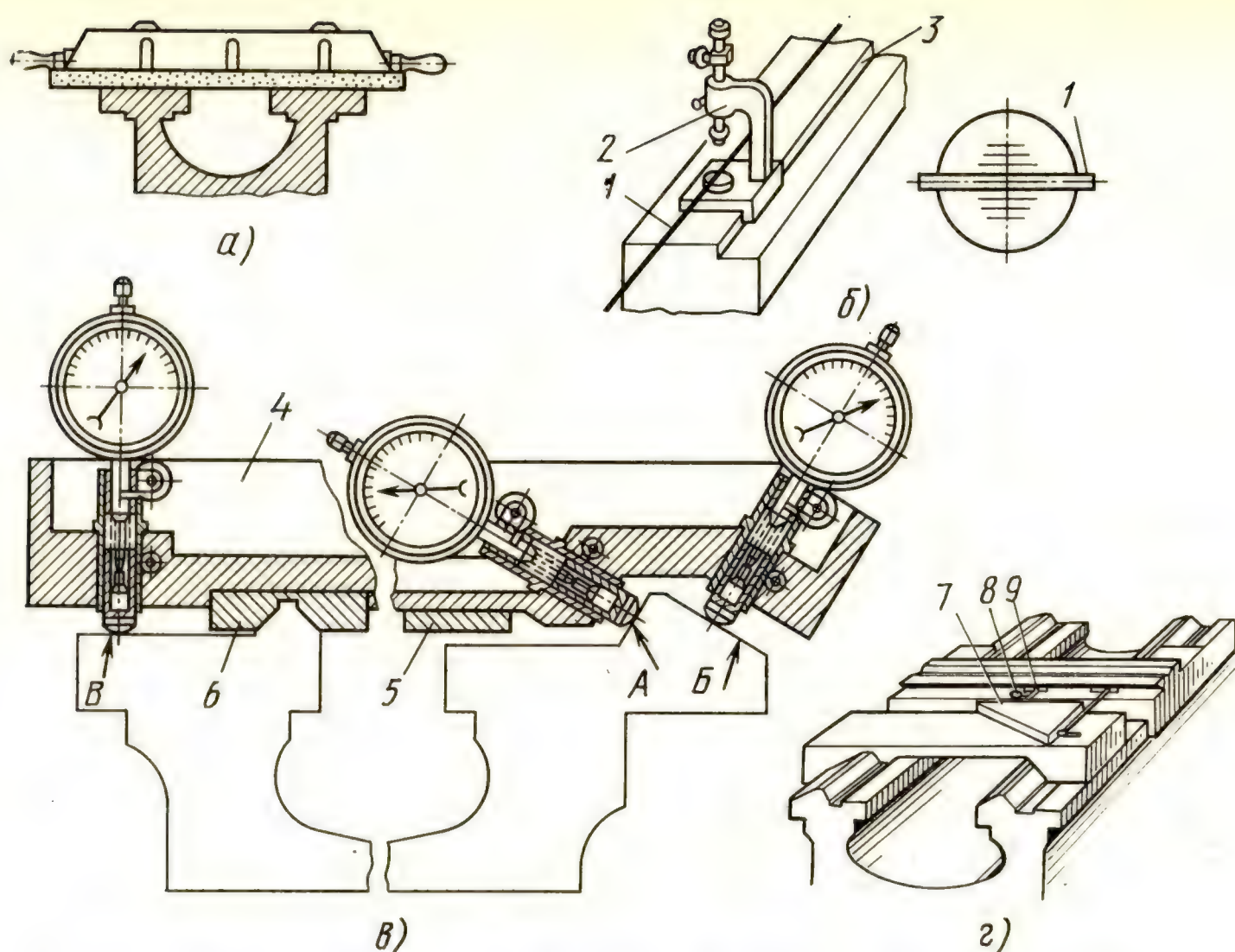


Рис. 116. Схемы поэлементного контроля направляющих:
 а — плоскостности, б — прямолинейности, в — параллельности, г — перпендикулярности; 1 — струна, 2 — микроскоп, 3 — направляющая, 4 — каретка, 5, 6 — опорные поверхности, 7 — угольник, 8 — индикатор, 9 — ползушка

ность с использованием струны и микроскопа (рис. 116, б). Один конец струны 1 закрепляют на направляющей с одной стороны точно посередине, а второй ее конец пропускают через блок кронштейна, также установленного на середине направляющей. К свободному концу струны для обеспечения ее постоянного натяжения подвешивают груз. Микроскоп 2 устанавливают на направляющих 3 таким образом, чтобы струна 1 совпадала с осью шкалы его окуляра. Микроскоп перемещают по направляющим, следя за тем, чтобы струна постоянно находилась на оси шкалы окуляра.

При проверке параллельности поверхностей направляющих (рис. 116, в) каретку 4 специального приспособления устанавливают опорными поверхностями 5 и 6 на направляющие. Контроль параллельности производится с помощью индикаторов, которые касаются своими измерительными наконечниками проверяемых направляющих в точках А, Б и В.

Проверка перпендикулярности поверхностей направляющих производится, как правило, с помощью угольников, размер и конструкция которых зависит от расположения контролируемых поверхностей.

В тех случаях, когда угольник непригоден для контроля, применяют специальные приспособления. Например, перпендикулярность поверхностей направляющим станины проверяют специальной ползушкой с угольником и индикатором. Ползушку плотно прижимают к проверяемой поверхности, а закреплен-

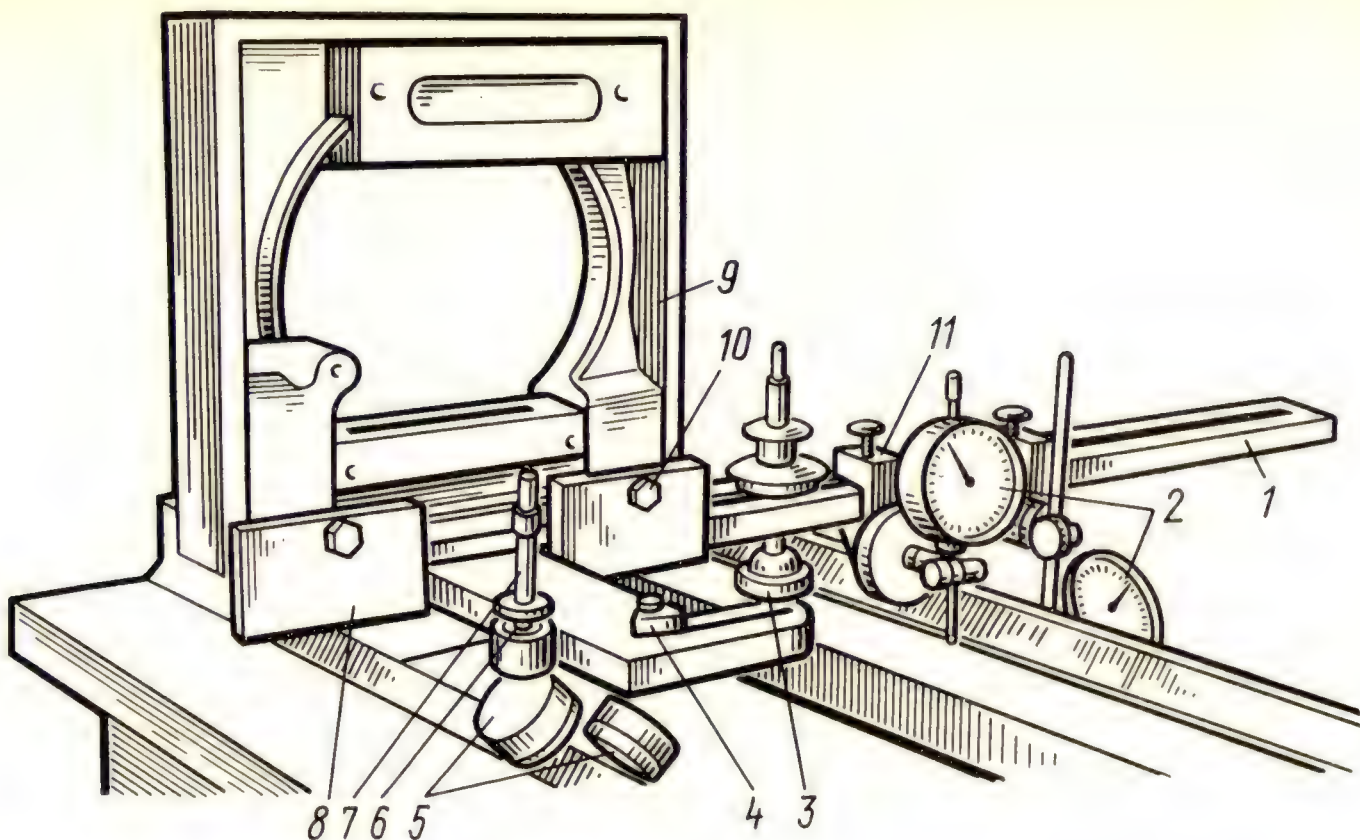


Рис. 117. Универсальный мостик для комплексного контроля направляющих:

1 — основание, 2 — индикаторы, 3 — дополнительная опора, 4, 6 — гайки, 5 — основные опоры, 7 — направляющая колонка, 8 — колодка, 9 — рамный уровень, 10 — винт, 11 — устройство для установки индикатора

ный на ней индикатор вводят в контакт с полкой контрольного угольника (рис. 116, г). Угольник 7 помещают на специальную подставку; одну из его полок устанавливают параллельно направляющим станины. При перемещении ползушки 9 индикатор 8 будет скользить по полке угольника 7, показывая отклонение от перпендикулярности.

Количественную оценку отклонения от перпендикулярности можно произвести также с помощью щупов и концевых мер длины.

Комплексные методы контроля применяют для одновременной проверки прямолинейности, параллельности и спиральной изогнутости поверхностей направляющих, используя специальные приспособления и мостики.

Универсальный мостик (рис. 117) состоит из основания 1 Т-образной формы с четырьмя опорами 5 и дополнительной опорой 3. Две из четырех опор 5 можно перемещать в вертикальном направлении по направляющим колонкам 7, закрепляя их в нужном положении гайкой 6. Две другие опоры 5 перемещают в горизонтальном направлении вдоль направляющих по пазам и фиксируют их в заданном положении гайками 4. В зависимости от расстояния между направляющими опоры 5 могут раздвигаться. Опора 3 имеет перемещение в горизонтальном и вертикальном направлениях. На колодке 8, закрепленной на основании, устанавливают рамный уровень 9 и закрепляют его винтами 10. В специальных устройствах 11 устанавливают индикаторы 2, положение которых регулируется. Индикаторы могут быть укреплены в любом месте основания.

Контрольные вопросы

1. Каков основной недостаток направляющих скольжения?
2. Почему направляющие качения обеспечивают большую точность перемещения подвижных узлов?
3. Чем объяснить ограниченное применение гидростатических направляющих в машиностроении?
4. В чем состоит основная задача слесаря-сборщика при сборке узлов с поступательно движущимися частями?
5. Почему шабрение находит широкое применение при отделке направляющих?
6. Объясните сущность шабрения направляющих по маякам.
7. Как определить числовое значение отклонения поверхностей направляющих от плоскостности?
8. Какими методами пользуются при проверке прямолинейности поверхностей направляющих?

ГЛАВА 10

СБОРКА МЕХАНИЗМОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

§ 1. ПЕРЕДАЧИ ВИНТ — ГАЙКА. СБОРКА ВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Общие сведения о винтовых передачах. Передачи винт — гайка используют в различных механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное. В ряде случаев их применяют с целью выигрыша в силе.

К достоинствам винтовых передач относятся: возможность получения медленного поступательного движения с высокой точностью перемещений при достаточной простоте и надежности конструкций; большая несущая способность; компактность. Недостатком является низкий КПД вследствие значительных сил трения, возникающих в передаче при работе.

В передачах винт — гайка используют в основном трапецеидальные и прямоугольные резьбы. Грузовые винты имеют упорную резьбу.

Часто применяют передачи винт — гайка, в которых трение скольжения заменено трением качения (рис. 118, а). Достоинством шариковых винтовых пар является сравнительно высокий КПД, который при благоприятных условиях работы может достигать значения, равного 0,9. Кроме того, эти передачи позволяют устранить радиальные и осевые зазоры или значительно их уменьшить, вследствие чего применение передач качения позволяет повысить точность перемещения исполнительных узлов механизма.

В последние годы все более широкое применение находят гидростатические передачи (рис. 118, б), обеспечивающие работу винтовой пары практически без трения, что позволяет довести значение КПД передачи до 0,99.

Для обеспечения качественной работы к передачам винт — гайка предъявляют следующие технические требования:

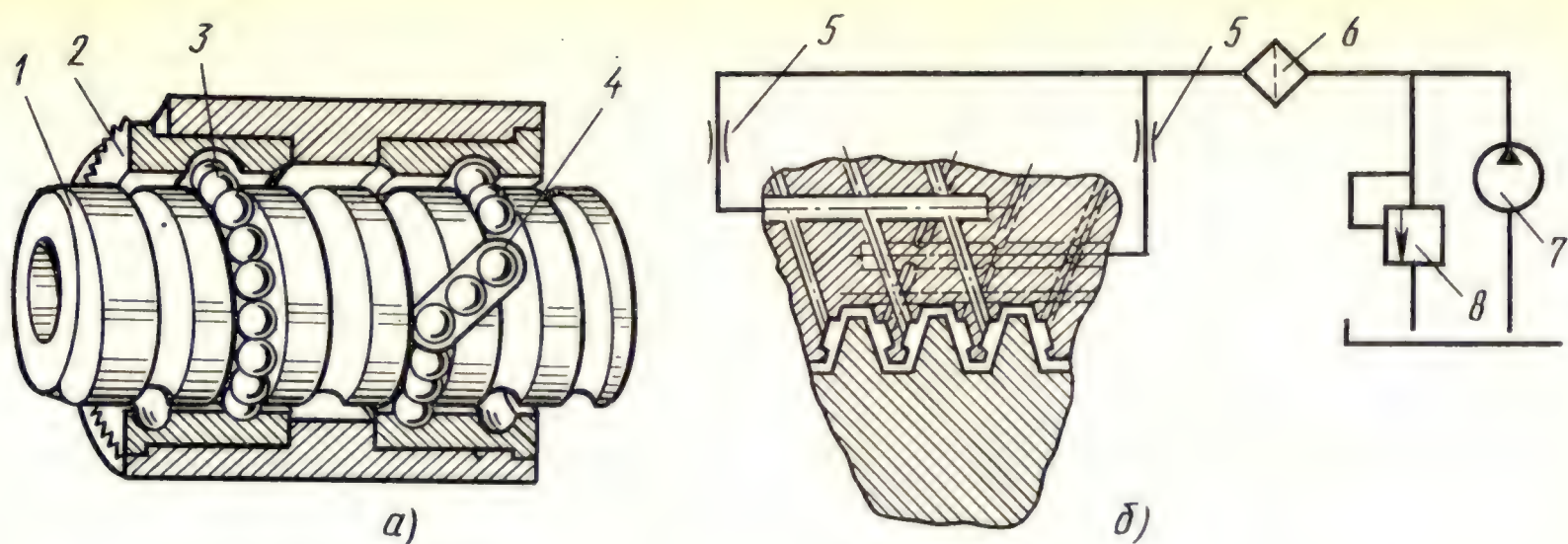


Рис. 118. Винтовые передачи:

а — качения, б — гидростатическая; 1 — винт, 2 — гайка, 3 — шарики, 4 — вкладыш, 5 — регулятор давления, 6 — фильтр, 7 — насос, 8 — сливной клапан

точность изготовления передачи должна быть достаточно высокой;

ось винта 1 для привода подач станка должна быть параллельна направляющим 4 (рис. 119, а);

ось винта 1 при вращении не должна смещаться при любом положении гайки 2 и должна совпадать с осью последней.

Для уменьшения износа винтовой пары в конструкциях приводов станков применяют разъемные гайки. При необходимости (когда винтовой механизм не используется) они могут замыкаться или размыкаться; в этом случае при вращении винта гайка не находится в контакте с его резьбой, что уменьшает ее износ. Иногда (в тех случаях, когда винтовая пара не участвует в работе) предусматривают отключение винта от привода. Уменьшению износа винтовой пары способствует также изготовление гайки из антифрикционных материалов, что позволяет значительно снизить коэффициент трения в паре.

Сборка винтового механизма. Прежде чем приступить к сборке винтового механизма, необходимо промыть и просушить детали, входящие в передачу, провести контроль на краску и подогнать опорные поверхности, проверить легкость перемещения гайки по винту. Чтобы осуществить сборку винтового механизма, необходимо выполнить следующие операции:

установить винт в опорах А и Б (см. рис. 119, а);

собрать гайку 2;

отрегулировать собранный механизм;

проконтролировать качество сборки.

Сборка винтового механизма, конструкция которого показана на рис. 119, б, производится в приведенной ниже последовательности.

1. Один из концов винта 9 с помощью жесткой муфты 7 соединяют с хвостовиком вала коробки подач коническими штифтами в таком порядке:

на муфте сверлят отверстия под штифты для ее крепления на винте и хвостовике вала;

напрессовывают муфту на вал и, используя ранее просвер-

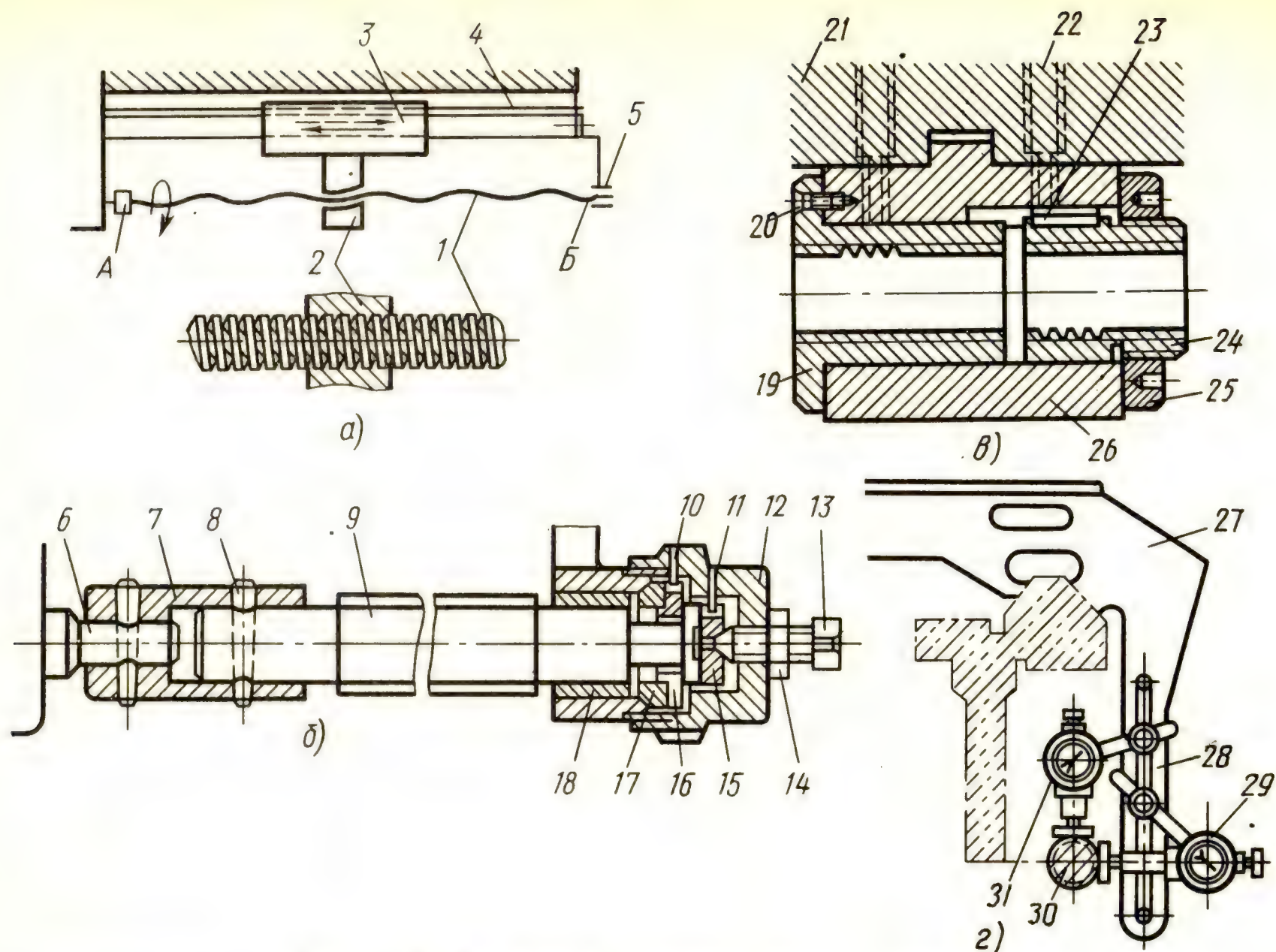


Рис. 119. Передача ходовой винт — гайка:

а — схема передачи, б — ходовой винт (сборочная единица), в — гайка ходового винта (сборочная единица), г — схема контроля сборки передачи; 1, 30 — винты, 2 — гайка, 3 — ползун, 4 — направляющие, 5 — подшипник, 6 — хвостовик вала коробки подач, 7 — муфта, 8, 10, 11 — штифты, 9 — ходовой винт, 12 — крышка, 13 — регулировочный винт, 14 — контргайка, 15 — опорная пята, 16 — упорная шайба, 17 — сферическое кольцо, 18, 19, 24 — втулки, 20, 22 — винты, 21 — ползун, 23 — шпонка, 25 — регулировочная гайка, 26 — корпус гайки ходового винта, 27 — контрольное приспособление, 28 — мостик, 29, 31 — индикаторы

ленные в муфте отверстия в качестве кондуктора, сверлят отверстия под штифты для ее крепления на валу и винте;

развертывают отверстия совместно в муфте и винте, муфте и на конце вала коробки подач;

в отверстия вставляют штифты 8, не запрессовывая их.

2. Шейку второго конца вала пригоняют по втулке 18 и собирают упорную часть подшипника следующим образом:

на выступающий гладкий конец вала надевают сферическое кольцо 17 и упорную шайбу 16 с радиальной прорезью;

в крышку 12 запрессовывают штифты 10 и 11, просверлив предварительно отверстия под них;

устанавливают опорную пята 15 таким образом, чтобы штифт 11 вошел в шлиц на ее наружной поверхности;

крышку 12 навинчивают на резьбу корпуса подшипника, добиваясь того, чтобы штифт 10 вошел в шлиц упорной шайбы 16;

устанавливают регулировочный винт 13 с контргайкой 14.

После сборки винта приступают к сборке гайки (рис. 119, в) в такой последовательности:

пригоняют шип корпуса 26 гайки ходового винта к пазу ползуна 21; при этом необходимо обеспечить, чтобы шип корпуса гайки входил в паз ползуна плотно, без качки;

в корпус 26 гайки запрессовывают бронзовую втулку 19 и закрепляют ее винтами 20;

с другой стороны корпуса устанавливают подвижную резьбовую втулку 24 с помощью расположенной на ней шпонки 23;

подгоняют втулку 24 к корпусу 26 таким образом, чтобы ее легко можно было смещать вдоль оси без качки; в случае необходимости осуществляют пригонку шпонки 23 к корпусу 26 гайки пришабриванием, контролируя качество пригонки на краску;

на наружной резьбе втулки 24 устанавливают гайку 25, с помощью которой втулка 24 перемещается в осевом направлении.

После сборки гайку необходимо установить на винт передачи, для чего выполняют следующие операции:

винт 9 вынимают из подшипников и навинчивают на него собранную гайку;

винт с гайкой устанавливают на место, вводя шип корпуса 26 гайки в паз ползуна 21, и закрепляют его винтами 22;

закрепляют винтами корпус подшипника.

Для того чтобы обеспечить параллельность оси винта направляющим станины, перед окончательной установкой винта регулируют подшипник в следующем порядке (рис. 119, г):

укрепляют подшипник на станине с помощью струбцин;

на направляющие станины устанавливают приспособление 27;

пользуясь индикаторами 29 и 31, расположенными на мостике 28, который закреплен на приспособлении 27, определяют параллельность оси винта 30 направляющим станины, производя измерения у двух концов винта в точках А и Б (см. рис. 119, а);

осевое смещение винта определяют, устанавливая в резьбовое отверстие вместо винта 13 индикатор; после проверки осевого смещения индикатор снимают, регулировочный винт закручивают до отказа и отпускают на $1/4$ оборота для обеспечения зазора в упорном подшипнике;

мертвый ход регулируют осевым перемещением резьбовой втулки 24, вращая гайку 25, установленную на наружной резьбе втулки.

Устройство и сборка передачи винт — гайка качения. Передача винт — гайка качения (см. рис. 118, а) обеспечивает повышенную осевую жесткость и более равномерное движение ведомого звена. Винт 1 и гайка 2 передачи имеют резьбу специального профиля. Между ними помещают шарики 3, которые при движении винта перекатываются, передавая движение гайке.

Для обеспечения циркуляции шариков в пределах одного витка резьбы две соседние впадины гайки соединяют специальным каналом, который выполняют в виде вкладыша 4.

Регулирование зазоров в таких передачах (рис. 120) произ-

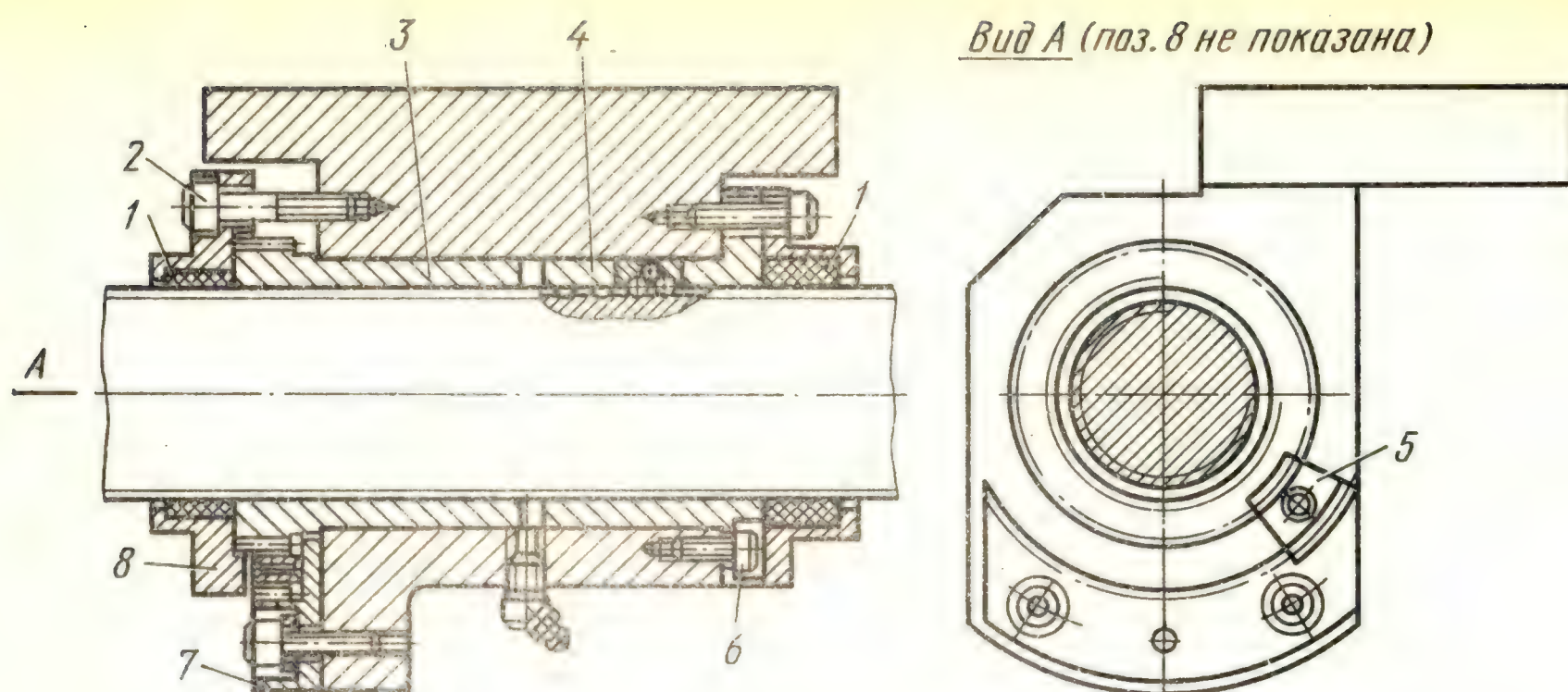


Рис. 120. Конструкция передачи винт — гайка качения:
1, 8 — крышки, 2, 6 — винты, 3, 4 — полугайки, 5 — сегмент, 7 — зубчатый сектор

водится за счет поворота сегментом 5 полугайки 3 относительно полугайки 4.

Для осуществления сборки винтовой пары качения необходимо выполнить следующие операции:

- установить на винт полугайку 4;
- поместить между винтом и полугайкой 4 шарики, введя их через окно гайки, предусмотренное для установки вкладыша;
- вставить вкладыш с каналом перебега;
- перемещая полугайку 4 вдоль винта, ввести ее в корпус;
- установить крышку 1 с уплотнением;
- закрепить полугайку 4 и крышку 1 винтами 6;
- установить на винт полугайку 3;
- поместить между полугайкой 3 и винтом шарики так же, как между винтом и полугайкой 4;
- вставить в полугайку 3 вкладыш с каналом перебега;
- ввести полугайку 3 с шариками в корпус, перемещая ее вдоль винта;
- установить зубчатый сектор 7 и закрепить его винтами;
- установить зубчатый сегмент 5;
- поставить крышку 8 с уплотнениями и закрепить ее винтами 2;
- отрегулировать зазор в передаче, поворачивая полугайку 3 сегментом 5.

§ 2. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Общие сведения о кривошипно-шатунном механизме. Кривошипно-шатунный механизм (рис. 121, а) является наиболее распространенным из всей группы шарнирно-рычажных механизмов. Он предназначен для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и наоборот. Кривошипно-шатунные механизмы первого типа применяют значительно

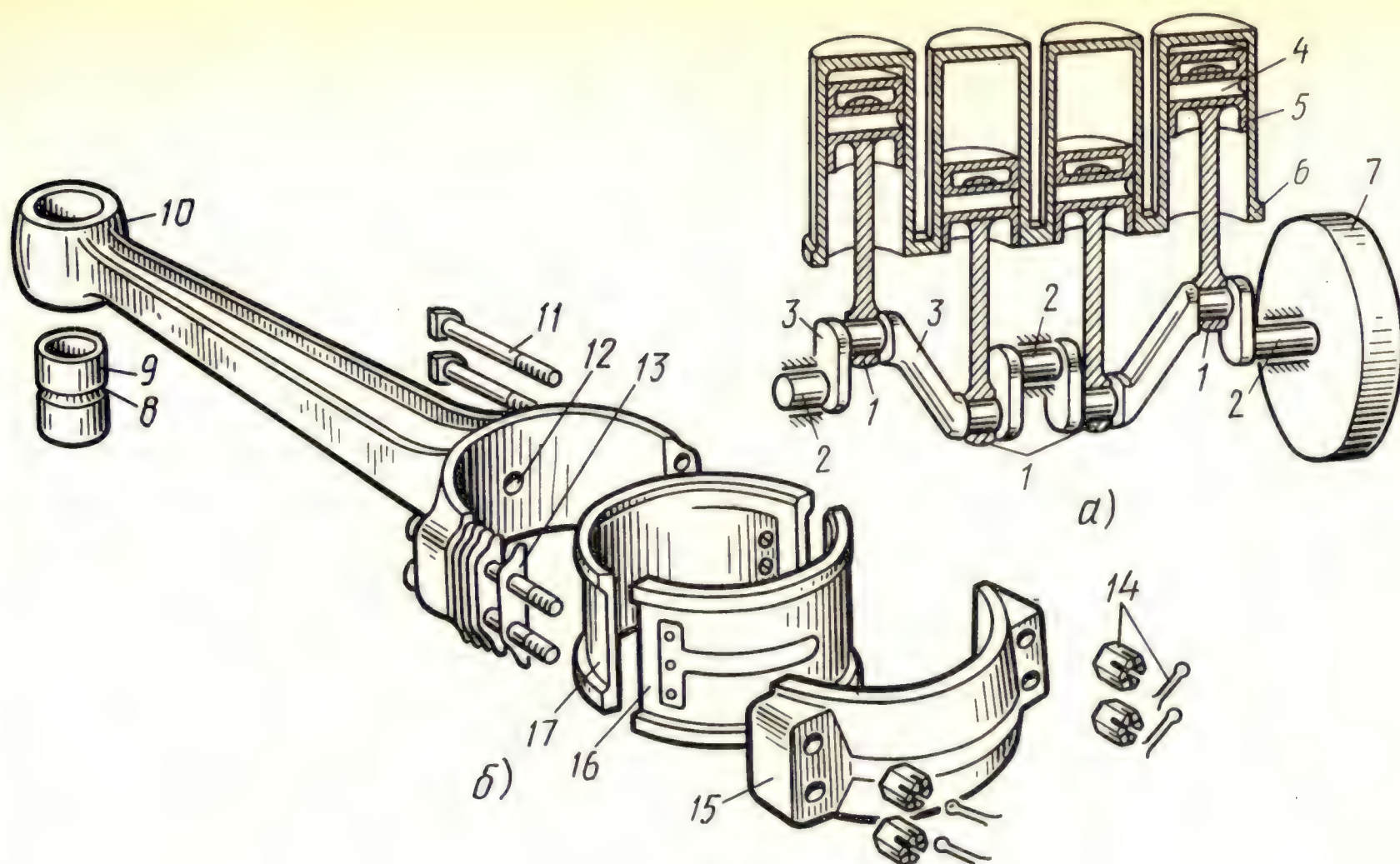


Рис. 121. Общий вид кривошипно-шатунного механизма (а) и устройство шатуна (б):

1 — шатун, 2 — коренная шейка, 3 — коленчатый вал, 4 — поршневой палец, 5 — поршень, 6 — цилиндр, 7 — маховик, 8 — смазочная канавка, 9 — втулка, 10 — верхняя головка шатуна, 11 — болты, 12 — смазочное отверстие, 13 — прокладки, 14 — гайки, 15 — крышка, 16, 17 — вкладыши

реже, в основном в компрессорах и поршневых насосах. Кривошипно-шатунные механизмы второго типа находят более широкое применение — в двигателях внутреннего сгорания, паровых машинах и других типах машин-двигателей. К основным деталям, обеспечивающим работу кривошипно-шатунного механизма (см. рис. 121, а), относятся коленчатый вал (кривошип) 3, коренная шейка 2, шатун 1, поршневой палец (крейцкопф) 4, маховик 7, поршень 5, цилиндр 6.

Для того чтобы кривошипно-шатунный механизм обеспечивал оптимальные условия работы, он должен удовлетворять следующим техническим требованиям:

зеркало цилиндра после обработки должно иметь высокую точность, правильную геометрическую форму и шероховатость поверхности не более $Ra\ 1,2...0,32$;

необходимо, чтобы оси цилиндра и коленчатого вала были взаимно перпендикулярны;

зазоры в сопряжениях должны находиться в пределах, предусмотренных техническими условиями на собираемый механизм;

отверстия во вкладышах шатунов и коренных подшипниках, коренные и шатунные шейки коленчатого вала должны иметь правильную геометрическую форму и малую шероховатость поверхности в пределах, указанных в технических условиях на механизм;

в многоцилиндровых механизмах допускается различие в массе поршней не более $\pm 0,5\%$.

необходимо, чтобы поршневые кольца прилегали к поверхности цилиндра без зазоров, а их упругость соответствовала техническим нормам, установленным на собираемый механизм.

Кривошипно-шатунный механизм состоит из двух сборочных единиц — шатунной и поршневой групп.

Сборка шатунной группы. Шатунная группа обеспечивает соединение коленчатого вала (кривошипа, кривошипного диска) с поршнем. Сборку шатунной группы (рис. 121, б) начинают с запрессовки втулки 9 в верхнюю головку 10 шатуна. При запрессовке необходимо обеспечить, чтобы смазочная канавка 8, выполненная во втулке и предназначенная для подачи смазки к поршневому пальцу, находилась напротив смазочного отверстия 12 шатуна. Это условие будет выполнено в том случае, если торцы втулки будут запрессованы заподлицо с торцами верхней головки шатуна. После запрессовки необходимо развернуть или расточить отверстие втулки, так как при запрессовке в результате пластической деформации втулки происходит уменьшение ее внутреннего диаметра.

По окончании запрессовки втулки в верхнюю головку шатуна и ее обработки до заданного размера приступают к сборке нижней головки шатуна, которую начинают с установки вкладышей 16 и 17 в указанной ниже последовательности.

1. Проверяют параллельность плоскостей разъема вкладышей 16 и 17 подшипника скольжения нижней головки шатуна контролем на краску (пятна краски должны располагаться равномерно на обеих половинах вкладыша). В случае отклонения от параллельности плоскости разъема пришабривают. Вкладыши не должны выступать из корпуса шатуна сверх допустимых значений, указываемых в технологических картах на сборку или сборочных чертежах (в большинстве случаев эта величина составляет 0,05...0,15 мм).

2. Половины вкладышей 16 и 17 устанавливают в нижнюю головку шатуна и его крышку 15.

3. Соединяют нижнюю головку шатуна и крышку с помощью болтов 11 и гаек 14. Для того чтобы обеспечить необходимый радиальный зазор между вкладышем подшипника нижней головки шатуна и шейкой коленчатого вала (кривошипа, кривошипного диска), между корпусом шатуна и крышкой устанавливают комплект латунных или медных прокладок 13, общая толщина которых должны быть указана в технических условиях на сборку и обычно колеблется в пределах от 4 до 5 мм. Каждая прокладка имеет толщину до 0,05 мм, что позволяет регулировать радиальный зазор с большой точностью.

4. Для предотвращения самоотвинчивания шплинтуют гайки 14.

После сборки шатун контролируют на соответствие размеров и геометрической формы отверстия требованиям технических

условий на сборку. Затем проверяют прямолинейность шатуна и параллельность осей его отверстий.

Контроль сборки. Геометрическую форму и размеры отверстий шатуна проверяют микрометрическим нутромером (рис. 122, а), с помощью которого можно также определить овальность и конусность отверстия, т. е. его отклонение от круглости и цилиндричности.

Прямолинейность шатуна проверяют с помощью специального приспособления (рис. 122, б). Верхнюю головку 5 шатуна 6 устанавливают на контрольный палец 4 с конусом, а нижнюю головку — на палец 7 контрольной плиты 2 и ввертывают винт 8, закрепляя шатун. На цилиндрические пояски пальца 4 устанавливают призму 3 так, чтобы штифты, запрессованные в корпус призмы, касались контрольной плиты 2. Если шатун прямолинеен, все три штифта, запрессованные в призму, будут касаться контрольной плиты. В том случае, если хотя бы один штифт не касается плиты, шатун имеет отклонения от прямолинейности. Зазор между плитой и штифтом измеряют щупом 1.

Скрученность и изогнутость шатуна также определяют на специальном приспособлении, измеряя с помощью щупа зазор между штифтами и контрольной плитой, который не должен превышать 0,05 мм. Описанный способ не позволяет обнаружить несоответствие шатуна техническим требованиям, если он

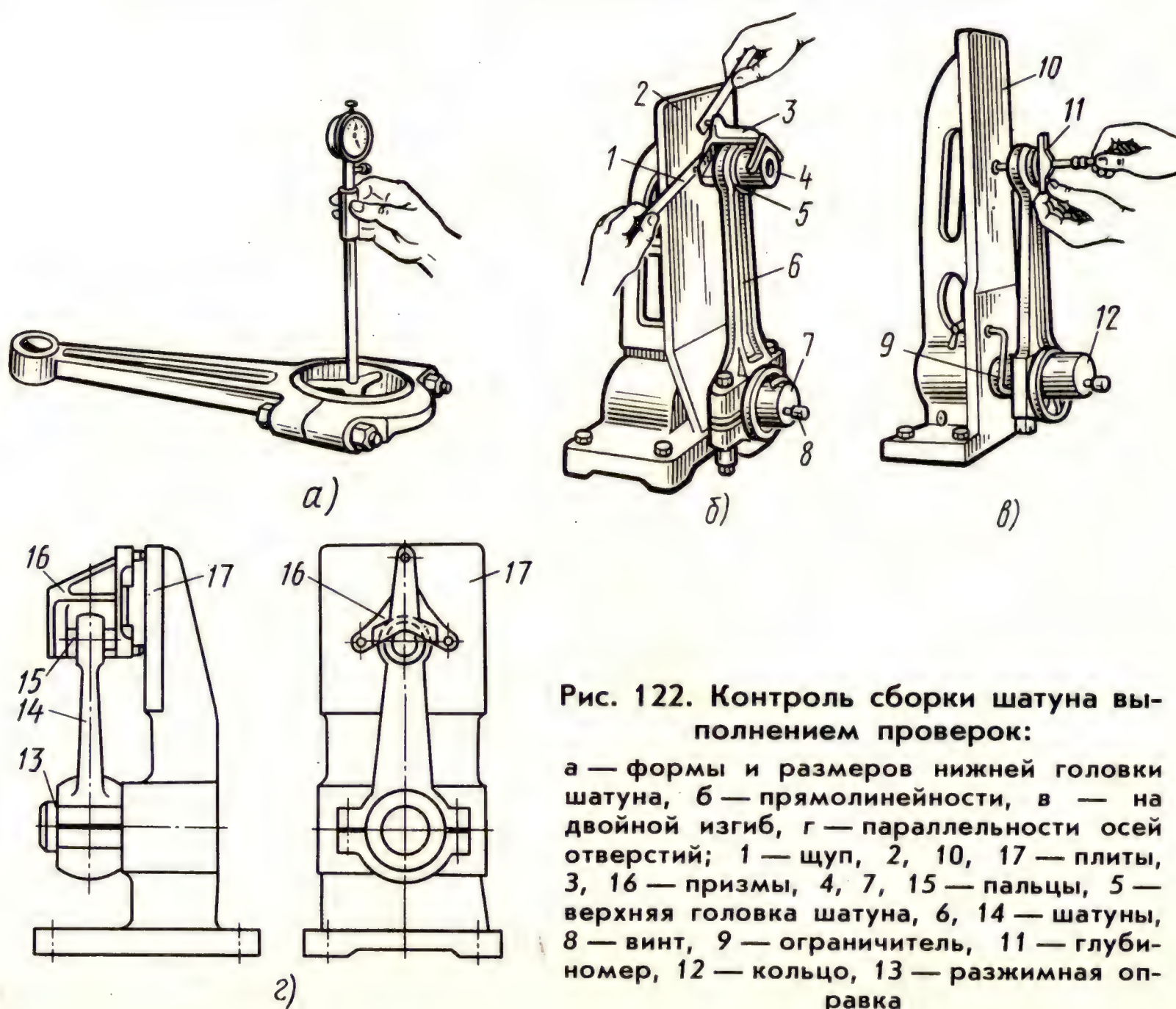


Рис. 122. Контроль сборки шатуна выполнением проверок:

а — формы и размеров нижней головки шатуна, б — прямолинейности, в — на двойной изгиб, г — параллельности осей отверстий; 1 — щуп, 2, 10, 17 — плиты, 3, 16 — призмы, 4, 7, 15 — пальцы, 5 — верхняя головка шатуна, 6, 14 — шатуны, 8 — винт, 9 — ограничитель, 11 — глубиномер, 12 — кольцо, 13 — разжимная оправка

имеет двойной изгиб. В этом случае контроль осуществляют следующим образом (рис. 122, в). Зажимают шатун на кольце 12 контрольной плиты 10 и выдвигают ограничитель 9 до упора в торец нижней головки шатуна; в этом положении нижнюю головку шатуна закрепляют винтом. Глубиномером 11 измеряют расстояние от торца верхней головки шатуна до плоскости плиты, затем, поворачивая шатун на 180° , доводят его до упора торца нижней головки в ограничитель и повторяют измерения. По разности показаний измерительного инструмента определяют качество шатуна, т. е. его соответствие техническим требованиям.

Наиболее важной контрольной операцией является проверка параллельности осей отверстий нижней и верхней головок шатуна. Проверку производят с помощью специального прибора (рис. 122, г). Шатун 14 нижней головкой помещают на разжимную оправку 13, в верхнюю головку устанавливают палец 15, а на него — призму 16 с тремя штифтами, которые упираются в плоскость плиты приспособления. В случае отклонения от параллельности один из штифтов не дойдет до плиты 17. Зазор между плитой и штифтом должен составлять 0,03...0,05 мм. На наличие трещин шатун проверяют с помощью ультразвуковых или рентгеновских методов. В ряде случаев этот дефект может быть обнаружен простукиванием шатуна (при наличии трещин возникает глухой дребезжащий звук).

После сборки механизм проверяют, проворачивая его вручную или с помощью рычага. Вращение должно быть плавным, без заеданий, нетугим, но и не слишком свободным.

Сборка поршневой группы. Поршневая группа (рис. 123, а) состоит из цилиндра, поршня 4, поршневых колец, поршневого пальца 3 и деталей уплотнения. Поршни передают кривошипно-

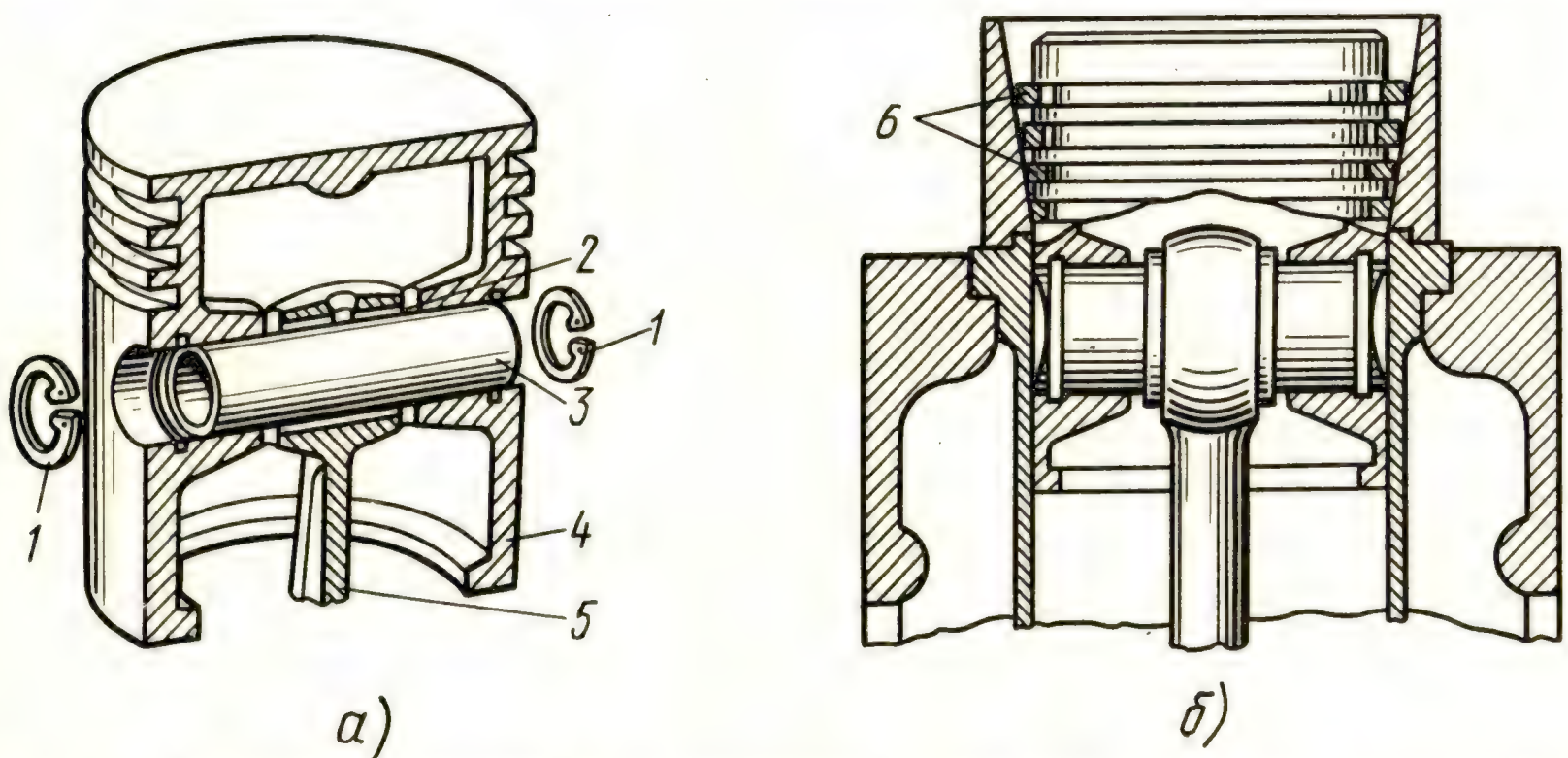


Рис. 123. Поршневая группа (а) и приспособление для установки поршня в цилиндр (б):

1 — стопорные кольца, 2 — верхняя головка шатуна, 3 — поршневой палец, 4 — поршень, 5 — шатун, 6 — поршневые кольца

шатунному механизму осевые усилия, создаваемые в цилиндрах давлением газа или пара. Изготавливают их из чугуна или алюминия, используя также другие легкие сплавы.

На образующей поверхности поршня выполняют канавки, количество которых в зависимости от конструкции механизма колеблется от трех до семи. В верхних канавках размещают уплотнительные, а в нижних — маслосъемные поршневые кольца, изготавливаемые из мелкозернистого чугуна. Плотное прилегание колец к стенкам цилиндра обеспечивается благодаря их пружинящим свойствам. Поршневые кольца обеспечивают защиту камеры сгорания от попадания масла из картера и препятствуют проходу газов между поршнем и стенкой цилиндра.

Предъявляемые к поршневой группе требования могут быть выполнены только в том случае, если правильно выбраны размеры зазоров между поршнем и стенкой цилиндра и между поршневыми кольцами и канавками под них. Числовые значения этих зазоров зависят от конструкции двигателя и условий его эксплуатации и указываются в технических условиях на сборку.

Поршни и цилиндры подбирают друг к другу, причем способ подбора зависит от типа производства:

- в условиях единичного производства производится индивидуальная подгонка поршня к цилиндру;

- в условиях серийного производства используется метод групповой (частичной) взаимозаменяемости, при котором поршни сортируют на группы в зависимости от размеров цилиндра;

- в условиях массового производства применяют метод полной взаимозаменяемости, когда любой поршень может быть установлен в любой цилиндр.

В двигателях, имеющих несколько цилиндров, поршни кроме подбора по размерам подбирают по массе (в большинстве случаев масса поршня указывается на его днище с помощью клеймения).

Наиболее ответственной операцией сборки поршневой группы является установка поршневых колец 6 (рис. 123, б). Большое значение в этом случае имеет зазор в стыке колец. При большом зазоре может произойти прорыв газов между поршнем и стенкой цилиндра. Если зазор слишком мал, торцы кольца могут упереться друг в друга, вызвав задир стенок цилиндра. Зазор между торцами поршневых колец должен составлять 0,3...0,8 мм.

Кольца на сборку поступают окончательно обработанными. В условиях единичного производства их подбирают по размерам канавок. В условиях крупносерийного и массового производства этого не делают, но все-таки перед установкой колец на поршень рекомендуется проверить размер зазора между кольцом и стенкой канавки поршня. Перед установкой колец на поршень проверяют их упругость и плотность прилегания к зеркалу цилиндра. Измеряют также зазор между торцами поршневых колец в месте их стыковки.

Кольца надевают на поршень, используя специальные приспособления. После этого необходимо расположить замки (стыки) поршневых колец таким образом, чтобы они были сдвинуты друг относительно друга по окружности поршня на угол, кратный количеству колец (90° — для четырех колец, 120° — для трех и т. д.), и проверить зазоры между канавками поршня и поршневыми кольцами.

Поршень 4 с установленными на нем поршневыми кольцами соединяют поршневым пальцем 3 с верхней головкой 2 шатуна 5 (см. рис. 123, а). Шатун вводят в полость поршня, добиваясь совпадения оси верхней головки шатуна с осями отверстий под поршневой палец в поршне, после чего смазанный маслом поршневой палец вводят, слегка нажимая на него, в отверстие поршня и головки шатуна. Если по условиям работы палец должен быть установлен в поршне с натягом, то перед установкой пальца поршень нагревают в масляной ванне до $60...70^\circ\text{C}$. Для того чтобы предотвратить осевые перемещения поршневого пальца в процессе работы механизма, его стопорят специальными кольцами 1, которые устанавливают в корпусе поршня.

Когда поршневые кольца надеты на поршень, их диаметр превышает диаметр последнего. Поэтому, чтобы опустить поршень в цилиндр, необходимо использовать специальное приспособление (см. рис. 123, б), имеющее коническое отверстие, меньший диаметр которого равен диаметру цилиндра, а больший несколько превышает диаметр поршневых колец, надетых на поршень. Такое приспособление устанавливают на торце цилиндра; поршневые кольца, сжимаясь при опускании поршня, легко входят в цилиндр.

При несоблюдении технологического процесса сборки поршневой группы возможны перекосы поршневых пальцев во втулках поршней, недостаточные или чрезмерные зазоры между пальцами и втулками, кольцами и канавками поршней, поршнями и цилиндром, неплотное прилегание поршней к стенкам цилиндра, утечки из-под крышек и фланцев цилиндра и другие дефекты.

§ 3. МЕХАНИЗМ КЛАПАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЕГО СБОРКА

Общие сведения. Механизмы клапанного распределения регулируют подачу горючей смеси в рабочую камеру двигателя внутреннего сгорания, жидкости — в рабочую камеру гидравлического двигателя и воздуха — в рабочую полость пневматических устройств. Механизмы клапанного распределения совершают возвратно-поступательное движение с отставанием при полном открытии и закрытии клапанов для выпуска отработанных газов и рабочего тела. Перемещение клапанов осуществляется под воздействием кулачков распределительных валов или

кулачковых шайб и пружин, которые обеспечивают возвращение клапанов в исходное положение.

В механизмах клапанного распределения применяют клапаны различных конструкций — шариковые, плоские, тарельчатые. Наибольшее распространение получили тарельчатые клапаны, которые достаточно просты в изготовлении, сборке и эксплуатации.

В механизме клапанного распределения с тарельчатыми клапанами (рис. 124, а) кулачки газораспределительного вала расположены над цилиндрами. Через коромысла 8 эти кулачки воздействуют на штоки 4 тарельчатых клапанов. Усилие от кулачка 7 передается коромыслу 8 через ролик 6, установленный на конце коромысла. Применение ролика позволяет снизить износ коромысла и кулачков, так как в паре ролик — кулачок имеет место трение качения, а не трение скольжения. На другой стороне коромысла установлены регулировочные винты 5, позволяющие регулировать ход клапана.

Под воздействием коромысел клапаны опускаются и их тарелки 1 отходят от седел 2, обеспечивая впуск в цилиндр горючей смеси или отведение отработанных газов. Возвращение клапанов в исходное положение производится пружинами 3, работающими на сжатие. Пружины обеспечивают достаточное усилие, под воздействием которого клапан плотно прижимается к седлу, перекрывая отверстие. Открытие и закрытие клапана должны быть строго согласованы с положением поршня в цилиндре. Обеспечить это можно только за счет кинематической связи коленчатого вала с распределительным с помощью зубчатой передачи. Иногда с этой целью применяют цепную передачу.

Основное требование, которому должен удовлетворять механизм клапанного распределения, — открывать и плотно закрывать отверстие в цилиндре при определенных положениях

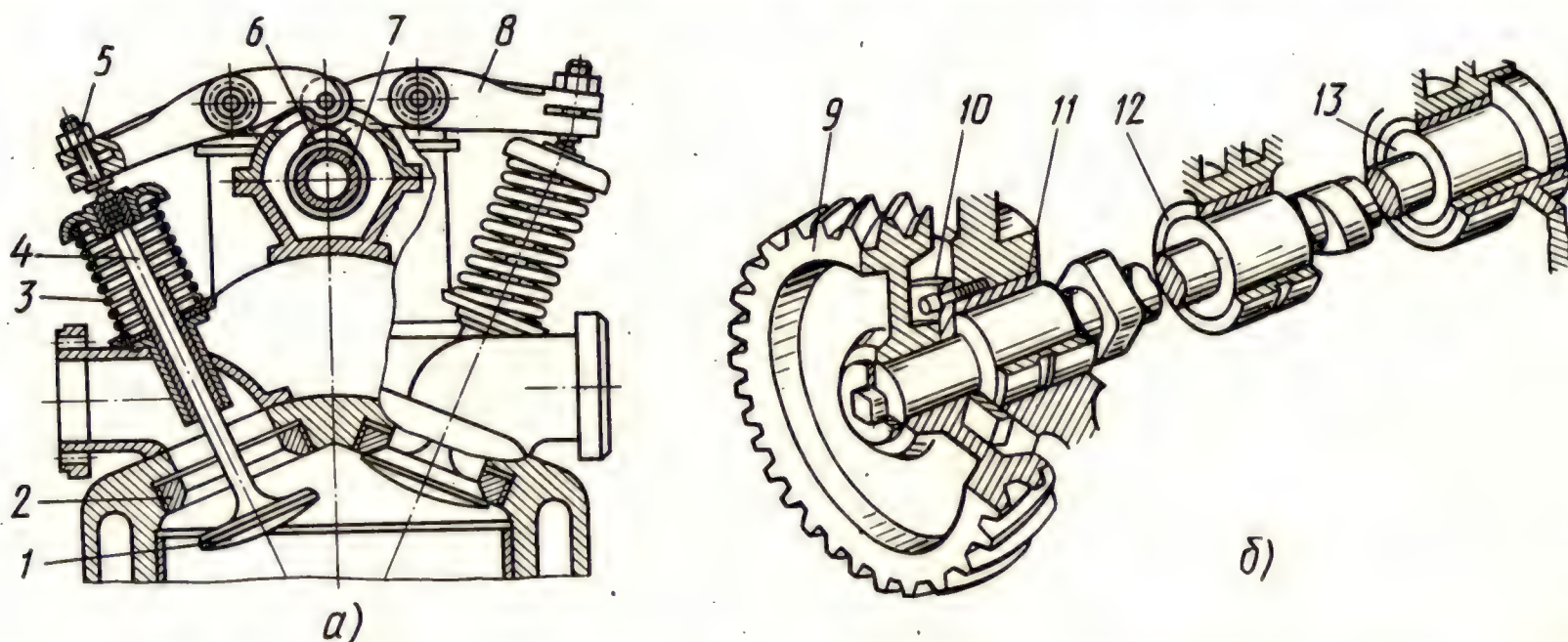


Рис. 124. Механизм клапанного распределения с тарельчатыми клапанами:

а — клапанная группа, б — сборочная единица с распределительным валом; 1 — тарелка, 2 — седло, 3 — пружина, 4 — шток клапана, 5 — регулировочный винт, 6 — ролик, 7 — кулачок, 8 — коромысло, 9 — зубчатое колесо, 10 — упорный фланец, 11, 12, 13 — втулки

поршня. Это обеспечивается за счет определенного расчетным путем расположения кулачков на распределительном валу, а также регулированием зазоров в механизме клапанного распределения.

Сборка. Сборку узла с распределительным валом (рис. 124, б) начинают с запрессовки втулок 11, 12 и 13 с помощью прессы или специального приспособления. Втулки устанавливают с натягом и стопорят от проворачивания стопорными винтами. При запрессовке втулок необходимо следить за тем, чтобы имеющиеся на них смазочные канавки располагались точно напротив смазочных отверстий в блоке (смазочные канавки втулок после запрессовки заполняют солидолом). Так как в результате деформаций, возникших при запрессовке, размер внутреннего отверстия втулки несколько уменьшается, после запрессовки отверстия втулок развертывают для восстановления посадочных размеров. Отклонение формы отверстия от заданных цилиндричности и круглости не должно превышать 0,04 мм.

После того как восстановлены размеры и геометрическая форма отверстий, устанавливают упорный фланец 10 и зубчатое колесо 9. Упорный фланец устанавливают для предупреждения осевого смещения вала под воздействием осевых сил, возникающих в зубчатом зацеплении с косозубой зубчатой передачей. Толщину фланца выбирают такой, чтобы осевое смещение вала не превышало 0,1...0,25 мм. Зубчатое колесо можно устанавливать на вал как с натягом, так и с зазором. После сборки проверяют биение собранного узла по наружному диаметру зубчатого колеса. Распределительный вал с зубчатыми колесами и фланцем устанавливают в подшипники, а фланец закрепляют винтами. После этого осуществляют регулирование распределительного вала по коленчатому.

Лишь в современных двигателях массового производства необходимая плотность прилегания клапана к седлу достигается шлифованием фасок клапанов и чистовой обработкой седла клапана в корпусе; в большинстве случаев для этого используют притирку. Притирают клапаны к седлу с помощью мелкозернистых абразивных порошков и специальных притирочных паст до тех пор, пока по всей окружности не появится матовая полоса шириной 1,5...3 мм, причем эта полоса должна появиться как на седле клапана, так и на его фаске. Совершенно недопустимо оставлять непритертые места, так как через неплотности плохо притертых поверхностей будет происходить утечка газов, что может вызвать (вследствие их высокой температуры) местный перегрев и быстрое прогорание седла клапана. Ручная притирка клапанов с помощью дрели — операция весьма трудоемкая, требующая больших физических и временных затрат, поэтому в серийном производстве применяют специальные станки, позволяющие осуществлять одновременную притирку нескольких клапанов.

Оценивают качество притирки клапанов, наливая керосин

в цилиндр: при хорошем качестве притирки керосин не должен просачиваться между клапаном и седлом. Более точно качество притирки контролируют с помощью специальных приборов.

§ 4. ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Общие сведения. Эксцентрикковый механизм, представляющий собой разновидность кривошипно-шатунного механизма с небольшим радиусом кривошипа, обеспечивает преобразование вращательного движения в возвратно-поступательное. Эти механизмы применяют в металлорежущих станках, штамповочных прессах, клапанных и золотниковых устройствах.

По конструкции различают эксцентрики цельные, которые устанавливают на конце вала, и разъемные, которые можно установить на валу в любом его месте.

В эксцентрикковом механизме с неразъемным эксцентриком (рис. 125, а) круглый диск эксцентрика 9 установлен на валу 10 с помощью шпонки 7, обеспечивающей передачу крутящего момента. В эксцентрикковом механизме оси вала и эксцентрика не должны совпадать; расстояние между ними называют эксцентриситетом. Значение эксцентриситета определяется радиусом кривошипа, роль которого выполняет эксцентрик. Для того чтобы диск занял определенное положение, его крепят с помощью хомута 8 и болтов 11. Хомут 8 соединяют с шатуном 4, состоящим из двух частей, соединенных тягой 3. Вилка 2 шатуна с помощью кольца шарнирно соединена с ползуном, приводящим в движение исполнительный механизм.

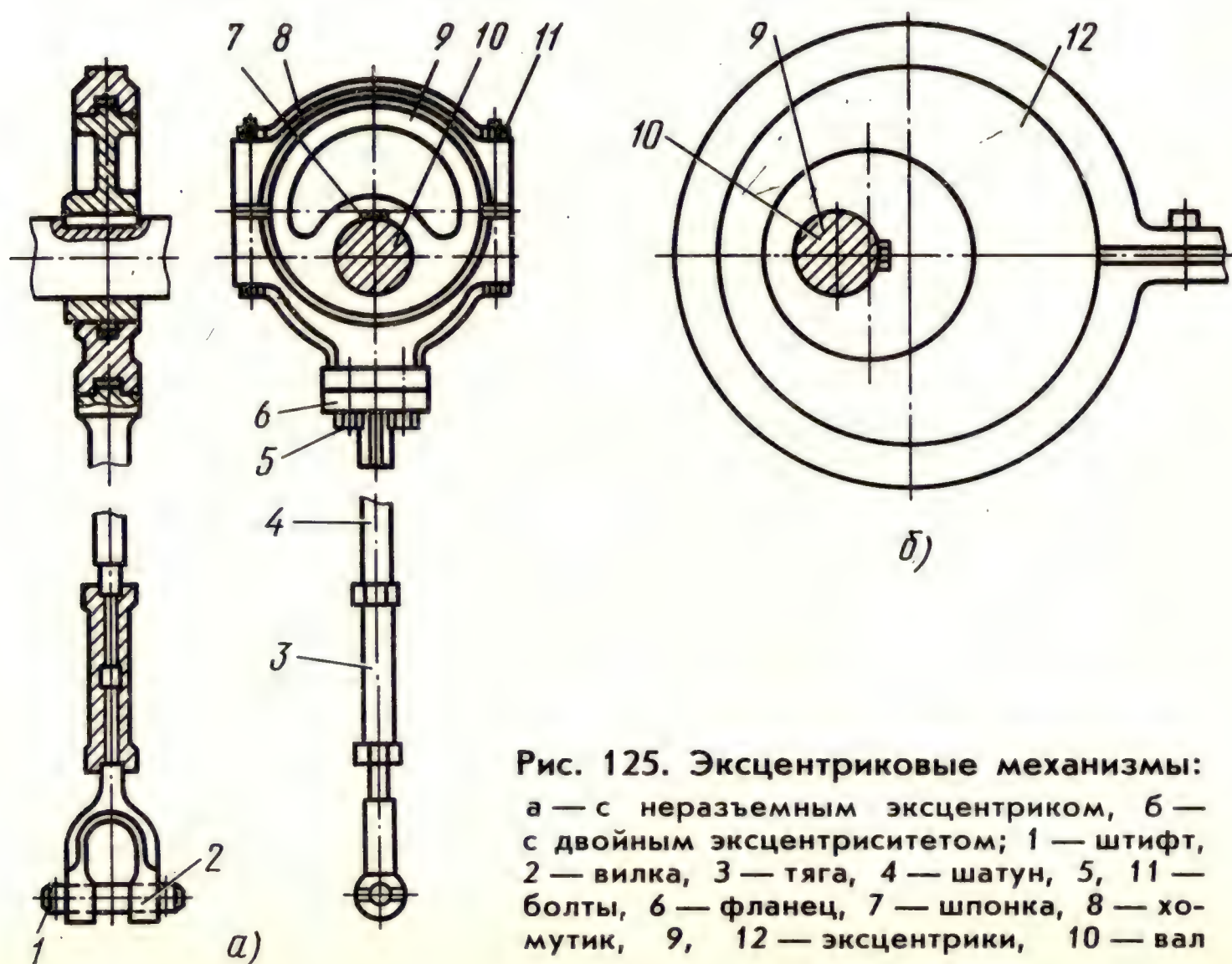


Рис. 125. Эксцентрикковые механизмы:
а — с неразъемным эксцентриком, б — с двойным эксцентриситетом; 1 — штифт, 2 — вилка, 3 — тяга, 4 — шатун, 5, 11 — болты, 6 — фланец, 7 — шпонка, 8 — хомут, 9, 12 — эксцентрики, 10 — вал

В некоторых случаях, когда в процессе работы возникает необходимость изменить или отрегулировать длину хода исполнительного механизма, применяют эксцентриковый механизм с двумя эксцентриками (рис. 125, б), позволяющими регулировать эксцентриситет, а следовательно, и продольный ход исполнительного механизма. Один из эксцентриков (внутренний 9) установлен на валу 10 с помощью шпонки и охватывается вторым эксцентриком 12. Охватывающий эксцентрик может поворачиваться относительно охватываемого и закрепляться в заданном положении с помощью болта и хомутка. За счет относительного перемещения двух эксцентриков осуществляется изменение эксцентриситета механизма. Эксцентрики изготавливают из чугуна или углеродистой стали; для уменьшения трения между эксцентриком и хомутиком поверхность последнего заливают баббитом.

Сборку эксцентрикового механизма и его регулирование начинают с установки на вал эксцентрика 9 с помощью шпонки. Затем вал с эксцентриком устанавливают в подшипниках, а на эксцентрик надевают хомут 8. Для того чтобы обеспечить необходимый зазор между эксцентриком и хомутиком, по плоскости разъема последнего устанавливают регулировочные прокладки. В процессе эксплуатации этот зазор увеличивается; его увеличение компенсируется за счет удаления регулировочных прокладок. После регулирования эксцентрика к нижней части хомутка присоединяют шатун 4, а вилку 2 шатуна соединяют с ползуном исполнительного механизма. С помощью тяги 3 регулируют длину шатуна, устанавливая начало и конец его рабочего хода.

Наиболее важным в процессе сборки эксцентрикового механизма является обеспечение перпендикулярности оси вала эксцентрика направляющим ползуна. Отклонение от перпендикулярности сверх установленных значений приводит к повышенному износу эксцентрика, ползуна и его направляющих.

§ 5. КУЛИСНЫЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Общие сведения. Кулисный механизм (рис. 126, а), являющийся разновидностью кривошипно-шатунного, применяют в строгальных и долбежных станках. Основной деталью кулисного механизма является кулиса 2, устанавливаемая на оси 13 и совершающая относительно нее качательное движение. Сзади кулисы расположен кривошипный диск 5, в радиальном пазу которого перемещается палец 3 кривошипа, устанавливаемый в заданное положение винтом 4. Вращение винта осуществляется от валика 6 через коническую зубчатую передачу с колесами 14 и 15. Кривошипный диск с помощью хвостовика устанавливают в стенку станины 10. Вращение кривошипного диска осуществляется от привода станка через зубчатую передачу с колесом 11.

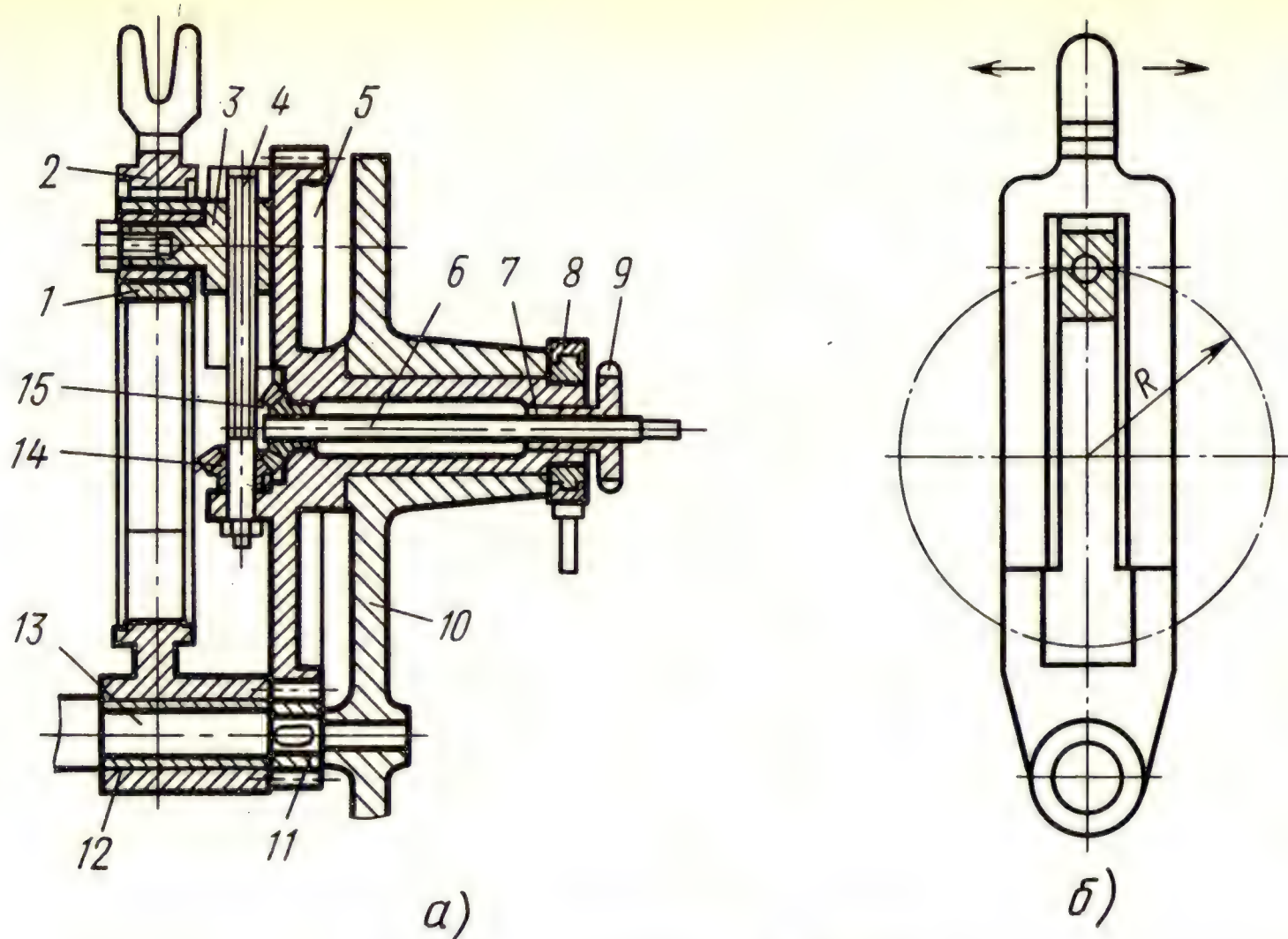


Рис. 126. Кулисный механизм:

а — сборочный чертеж, б — схема регулирования; 1 — камень, 2 — кулиса, 3 — палец кривошипа, 4 — винт, 5 — кривошипный диск, 6 — валик, 7 — вкладыш, 8 — эксцентрик механизма подачи, 9 — стопорная гайка, 10 — станина, 11, 14, 15 — зубчатые колеса, 12 — втулка, 13 — ось

Камень 1, установленный на пальце 3, входит в продольный паз кулисы, заставляя ее совершать качательное движение. Вилка, расположенная в верхней части кулисы, соединена с ползуном станка и при качании кулисы заставляет ползун перемещаться возвратно-поступательно в горизонтальной плоскости.

Одним из достоинств кулисного механизма является повышенная скорость обратного хода по сравнению со скоростью прямого хода, что особенно важно при использовании кулисного механизма в металлорежущих станках, где обратный ход является холостым.

Сборка и регулирование. Сборку кулисного механизма необходимо осуществлять в такой последовательности:

установить вкладыш 7 в отверстие кривошипного диска 5; в отверстие вкладыша 7 вставить валик 6;

на конце валика 6 установить шпонку и зубчатое колесо 15;

винт 4 ввернуть в отверстие кривошипного пальца 3;

на конце винта 4, на котором отсутствует резьба, установить шпонку и зубчатое колесо 14, введя его в зацепление с зубчатым колесом 15;

отрегулировать положение зубчатых колес 14 и 15 с помощью регулировочных колец или шайб и проверить качество зацепления на краску;

винт 4 ввести в отверстие зубчатого колеса 14, распорных

колец и уступа так, чтобы палец 3 полностью вошел в паз кривошипного диска;

закрепить винт 4 гайкой;

собранный кривошипный диск 5 установить хвостовиком в отверстие станины 10;

на ось 13 кулисы надеть втулку 12, а на нее — кулису 2;

установить зубчатое колесо 11 на ось 13 кулисы;

камень 1 ввести в паз кулисы;

соединить собранную кулису с кривошипным диском таким образом, чтобы ось кулисы вошла в отверстие станины, а вилка верхней части кулисы — в паз ползуна;

палец 3 ввести в отверстие камня 1 и закрепить винтом;

на хвостовик кривошипного диска 5 установить эксцентрик механизма подачи 8 и навинтить стопорную гайку 9 на валик 6.

После сборки кулисный механизм регулируют, изменяя длину хода ползуна (рис. 126, б). Осуществляется регулировка путем изменения радиуса R кривошипного пальца следующим образом:

на квадратный конец валика 6 надевают рукоятку;

вращая рукоятку, передают движение через зубчатую передачу с коническими колесами 14 и 15 на винт 4;

вращаясь, винт 4 обеспечивает перемещение кривошипного пальца 3 вдоль радиусного паза кулисного диска 5, изменяя эксцентриситет; при увеличении эксцентриситета увеличивается длина продольного хода ползуна.

В правильно собранном кулисном механизме направляющие кулисы должны находиться в плоскости, перпендикулярной ее оси. Необходимо, чтобы эта ось занимала горизонтальное положение, а направляющие кулисы располагались в вертикальной плоскости. Перпендикулярность направляющих кулисы ее оси контролируют с помощью рамного уровня. Кроме этого, с помощью индикатора проверяют перпендикулярность кривошипного диска оси кулисы.

§ 6. ХРАПОВОЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО СБОРКА

Общие сведения. Храповые механизмы, широко применяющиеся в металлорежущих станках, автоматических линиях и грузоподъемных устройствах, обеспечивают периодическую подачу режущего инструмента в процессе обработки, переключение станка с рабочего хода на холостой и обратно, удержание груза в процессе его подъема или опускания.

Устройство храпового механизма периодической подачи стола поперечно-строгального станка показано на рис. 127, а. Кривошипный диск 6 механизма устанавливают на ведущем валу 8, частота вращения которого совпадает с частотой вращения кривошипного диска, приводящего в движение кулису станка. За счет этого обеспечивается подача стола один раз за двойной ход кулисы, осуществляемая во время холостого хода.

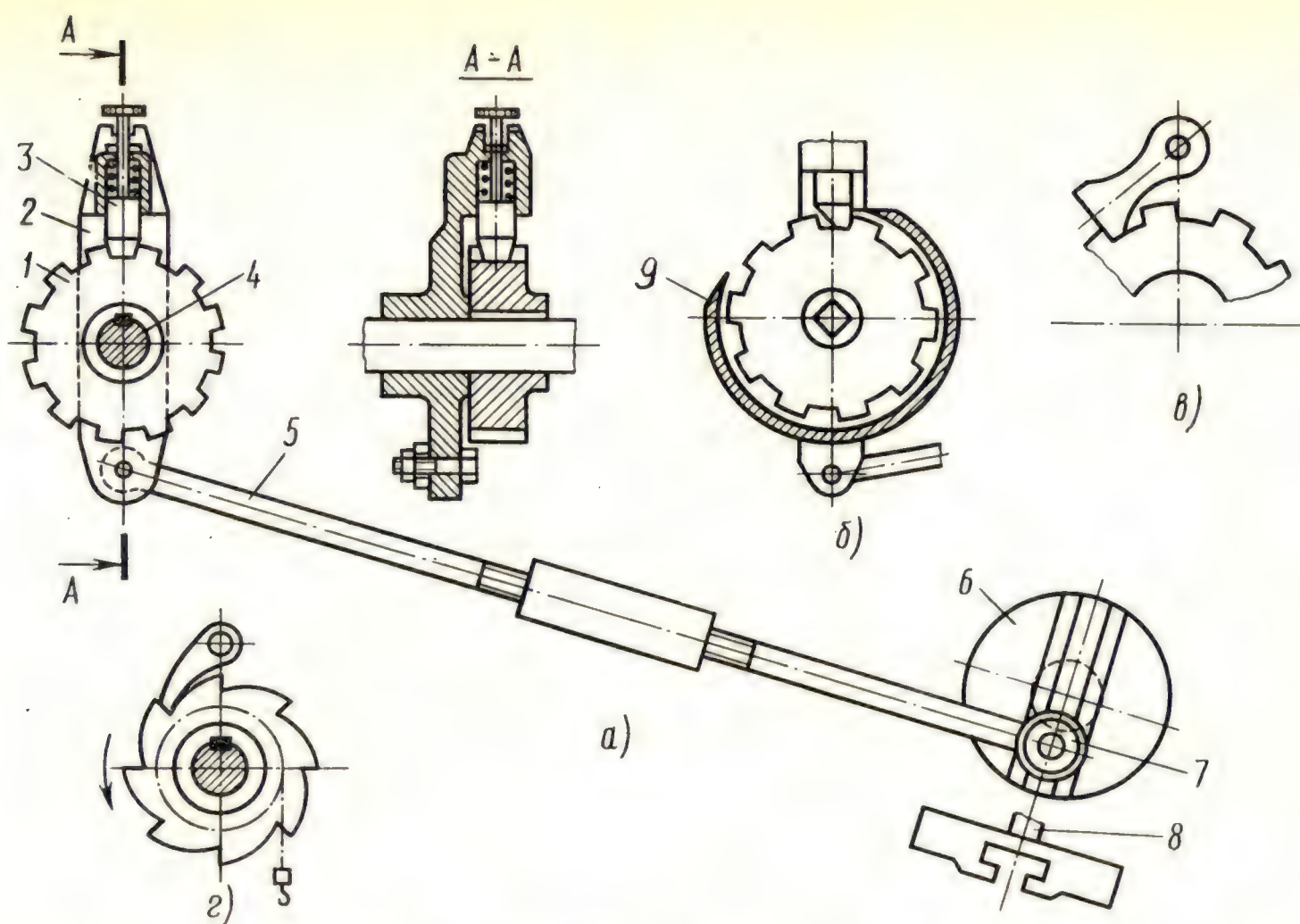


Рис. 127. Храповые механизмы с качающейся собачкой (а), с постоянным радиусом кривошипа (б) и с перекидной собачкой (в, г):
1 — храповое колесо, 2 — рычаг, 3 — собачка, 4, 8 — валы, 5 — шатун, 6 — кривошипный диск, 7 — палец, 9 — щиток

В Т-образном пазу кривошипного диска установлен палец 7, который закрепляется с помощью гайки. Палец может перемещаться вдоль паза вручную (при этом изменяется радиус кривошипа). С пальцем 7 одним концом шарнирно соединен шатун 5, вторым концом шатун связан с рычагом 2 храпового механизма. Рычаг 2, установленный на валу 4 по посадке с зазором, может совершать относительно этого вала качательное движение. На том же валу 4 с помощью шпонки установлено храповое колесо 1. В корпусе рычага 2 находится собачка 3, которая под воздействием пружины прижимается к храповому колесу и входит в одну из его впадин.

Периодическую подачу в таком механизме регулируют, изменяя радиус кривошипа, в зависимости от которого меняется угол качания рычага с собачкой и, следовательно, количество зубьев храпового колеса, захватываемых за одно качание рычага.

Конструкция храпового механизма с постоянным радиусом, а следовательно, с постоянным углом качания собачки показана на рис. 127, б. Количество зубьев, захватываемых собачкой за одно качательное движение, регулируется щитком 9. Поворачиваясь, щиток перекрывает часть зубьев, и собачка при качании частично проскальзывает по нему. Для упрощения конструкции довольно часто вместо собачек с пружиной применяют перекидные собачки (рис. 127, в, г).

Если храповой механизм должен обеспечивать только одностороннюю подачу, зубья храпового колеса выполняют

скошенными, а собачку — односторонней. Такие механизмы применяют, как правило, в грузоподъемных устройствах. При подъеме груза собачка скользит по скошенным зубьям, а при остановке она упирается в зуб, препятствуя самопроизвольному опусканию груза.

Храповой механизм, показанный на рис. 127, а, собирают в такой последовательности:

- устанавливают в подшипники валы 4 и 8;
- устанавливают пружину в корпус рычага 2;
- на рычаг устанавливают собачку 3;
- на вал с помощью шпонки устанавливают храповое колесо 1;
- соединяют болтом рычаг 2 с шатуном 5;
- собирают шатун, установив соединительную муфту;
- соединяют шатун 5 с пальцем 7;
- вводят головку пальца 7 в паз кривошипного диска и закрепляют с помощью гайки.

Контрольные вопросы

1. Почему КПД в передачах винт — гайка гидростатических больше, чем в передачах винт — гайка скольжения?
2. Чем объяснить, что в винтовых передачах металлорежущих станков применяют разъемные гайки, несмотря на их более сложную конструкцию и повышенную трудоемкость сборки?
3. Какие технические требования предъявляют к кривошипно-шатунному механизму?
4. Почему после запрессовки втулки в верхнюю головку шатуна необходима ее дополнительная механическая обработка?
5. Какие способы подбора поршней к цилиндрам вы знаете?
6. Какие характеристики шатуна необходимо проверять перед сборкой?
7. Почему тарельчатые клапаны находят наиболее широкое применение в механизмах клапанного распределения?
8. В каких случаях возникает необходимость применения эксцентрикового механизма с регулируемым эксцентриситетом?
9. Какие параметры кулисного механизма подлежат проверке после его сборки и какими инструментами при этом пользуются?
10. Как отрегулировать продольный ход ползуна кулисного механизма?
11. От чего зависит выбор конструкции храпового механизма?
12. Как осуществляется регулировка угла поворота храпового колеса?

ГЛАВА 11

СБОРКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ И ПЕРЕДАЧ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ГИДРОПРИВОДА

Гидропривод представляет собой совокупность источника энергии и устройства для ее преобразования и транспортирования посредством жидкости к приводимой машине. Он находит широкое применение в металлорежущих станках в качестве привода главного движения и привода подач, а также используется в устройствах торможения, для закрепления заготовок в приспособлениях и др.

Гидропривод состоит из двух основных частей — насоса, подающего жидкость в гидросистему и обеспечивающего необходимое давление этой жидкости, и двигателя, с помощью которого осуществляются необходимые перемещения рабочих органов станка. Жидкость в системе циркулирует по трубопроводам, соединяющим различные элементы гидропривода.

Входящие в систему гидравлического привода элементы должны обеспечивать заданное давление в системе, контролировать количество масла, распределять жидкость внутри системы в соответствии с заданным технологическим циклом. В системе должно быть предусмотрено специальное устройство для хранения жидкости и ее отстаивания с целью осаждения попавших в систему твердых частиц, а также фильтрации — очистки жидкости от твердых включений, которые не удастся удалить осаждением. Для обеспечения герметизации и предупреждения утечки масла все элементы гидропривода в процессе сборки должны уплотняться.

Рабочей жидкостью для гидравлической системы служат минеральные масла, из которых наиболее часто используют Индустриальные — 12, 20 и 30.

По конструктивному исполнению различают гидравлические системы с открытым и закрытым потоком циркулирующего масла (открытого и закрытого типа). При открытой циркуляции масло проходит через гидросистему и, выполнив необходимую работу, поступает в резервуар; оттуда оно вновь засасывается насосом в гидросистему, повторяет цикл работы, опять сливается в резервуар и т. д. Такая конструкция значительно проще, чем конструкция закрытого типа*, и, кроме того, обеспечивает лучшее охлаждение рабочей жидкости — масла.

Для монтажа гидравлическую систему изображают в виде гидравлических схем, на которых условными графическими обозначениями показаны ее элементы (рис. 128, а...л). В конструкторской документации могут встречаться два вида гидравлических схем — принципиальные и функциональные. Условные графические обозначения элементов гидравлических систем на этих схемах различны.

Функциональная гидравлическая схема показывает функциональное назначение элементов гидравлической системы, не расшифровывая их устройства.

Принципиальная гидравлическая схема характеризуется более подробным обозначением устройства элементов гидравлической системы. Помимо условных обозначений на принципиальных схемах часто указывают технические данные элементов гидросистемы. Например, для насосов на принципиальных схемах может быть указана модель, значения подачи, частоты вращения, мощности привода.

* Конструкции гидравлических систем закрытого типа в связи со сложностью в данной книге не рассматриваются.

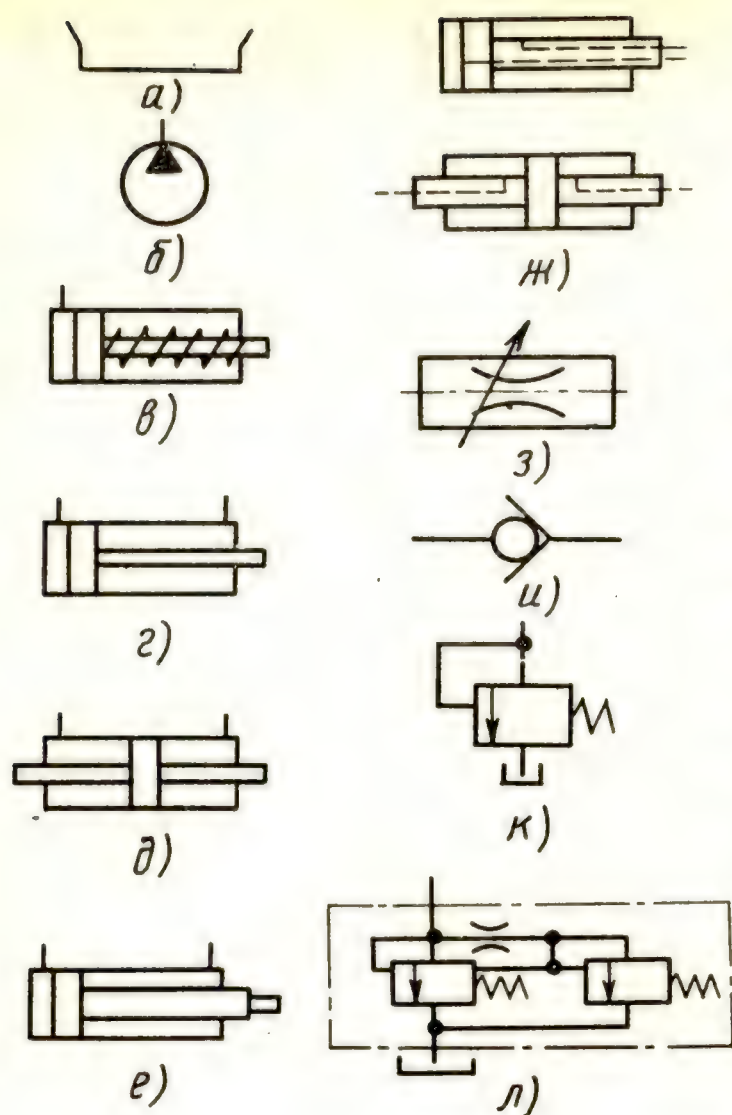


Рис. 128. Условные графические изображения элементов гидравлических систем:

а — бак под атмосферным давлением, б — насос постоянной подачи с постоянным направлением потока, в — цилиндр одностороннего действия с возвратом штока пружиной, г — цилиндр двустороннего действия с односторонним штоком, д — цилиндр двустороннего действия с двусторонним штоком, е — цилиндр дифференциальный, ж — цилиндры двустороннего действия с подводом жидкости через шток, з — дроссель, и — клапан обратный, к — клапан предохранительный, л — клапан предохранительный с переливным золотником

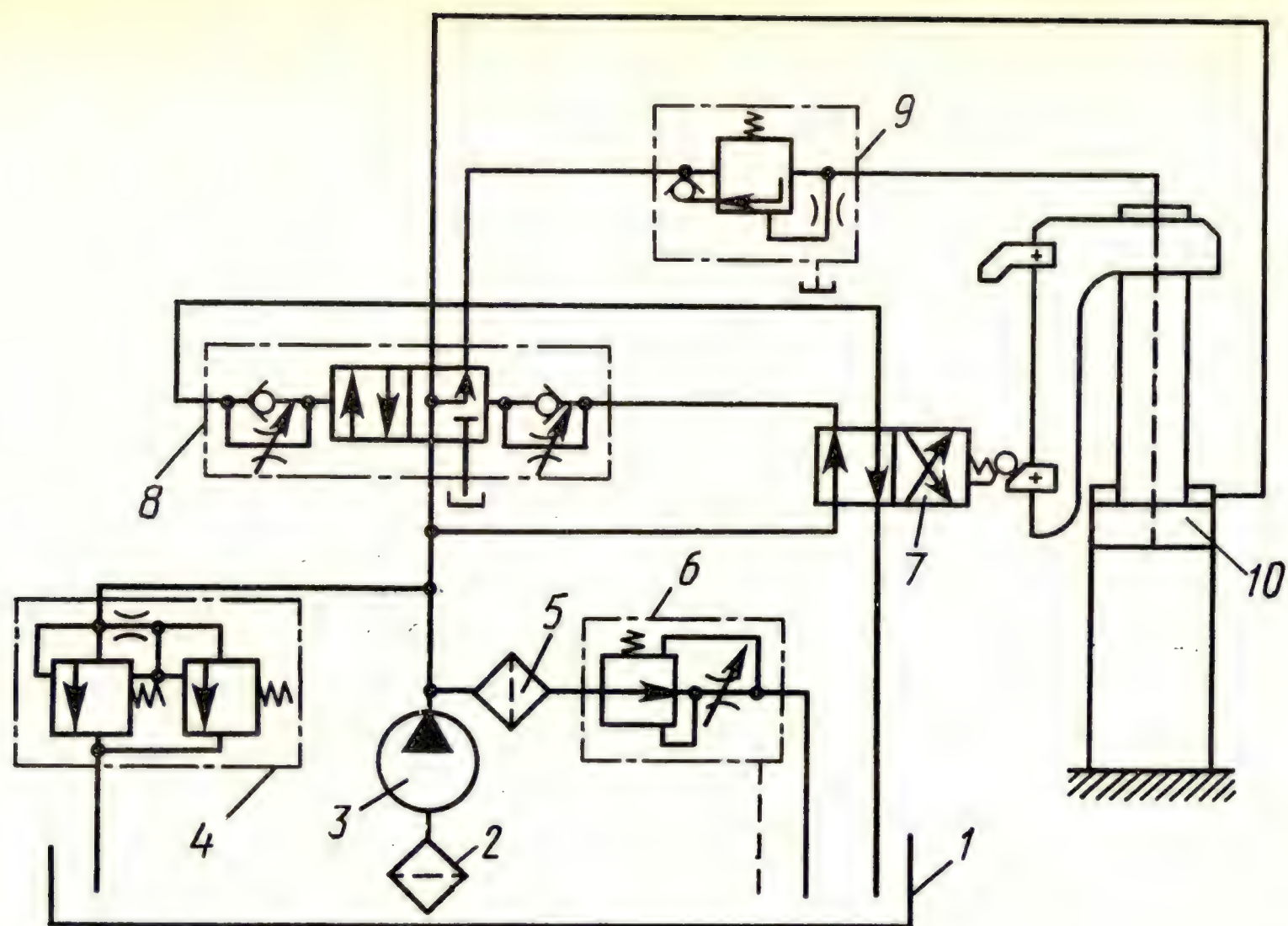
от насоса через дроссель 6 полностью поступает в резервуар, не попадая в цилиндр.

Для обеспечения реверсирования силового цилиндра, а следовательно, исполнительного механизма станка применен двухпозиционный золотник 8, который при переключении крана управления 7 направляет поток жидкости в верхнюю или нижнюю полость цилиндра. Для того чтобы предупредить самопроизвольное опускание поршня, к его цилиндру подключен напорный золотник 9, который срабатывает, когда давление в нижней полости цилиндра превысит давление, на которое этот золотник отрегулирован. В этом случае масло начнет поступать из нижней полости цилиндра в резервуар.

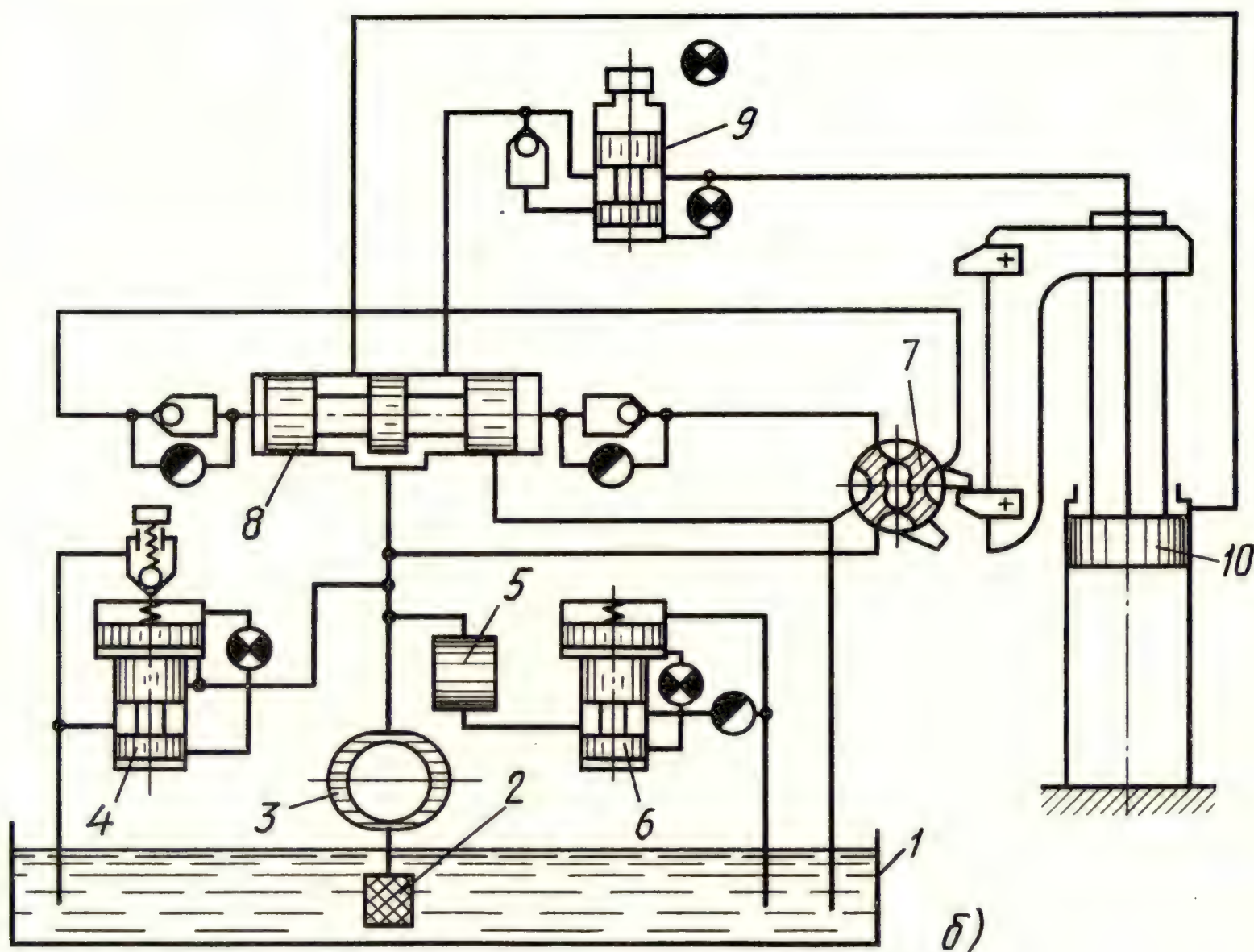
Гидравлические приводы могут быть использованы для пере-

На рис. 129, а, б показаны соответственно функциональная и принципиальная гидравлические схемы для обеспечения возвратно-поступательного движения рабочего органа. Гидравлический привод, изображенный на этих схемах, работает следующим образом. Масло из бака 1 через сетчатый фильтр 2 нагнетается в гидравлическую систему лопастным насосом 3. Предохранительный клапан 4, установленный после насоса, обеспечивает поддержание в системе заданного давления и предохраняет ее от перегрузок. При превышении давления сверх допустимого клапан 4 открывается, обеспечивая слив масла в гидробак до тех пор, пока давление в системе не снизится до заданного уровня.

Поток жидкости, нагнетаемый насосом, распределяется по двум направлениям: к силовому цилиндру 10 и через дроссель 6 с регулятором — в резервуар (бак). Перед дросселем 6 установлен пластинчатый фильтр 5, предназначенный для очистки масла, попадающего в бак. Дроссель 6 с регулятором служит для регулирования скорости перемещения поршня силового цилиндра за счет изменения площади сечения сливного отверстия. При закрытом сливном отверстии скорость поршня максимальна, а при полностью открытом равна нулю, так как жидкость



а)



б)

Рис. 129. Гидравлические схемы:

а — функциональная, б — принципиальная; 1 — бак, 2, 5 — фильтры, 3 — насос, 4 — предохранительный клапан, 6 — дроссель, 7 — кран управления, 8, 9 — реверсивный и напорный золотники, 10 — гидроцилиндр

дачи не только возвратно-поступательного, но и вращательного движения. Схемы их практически одинаковы. Различие состоит лишь в том, что в гидроприводе, предназначенном для передачи вращательного движения, вместо силового цилиндра имеется гидромотор.

Гидравлический привод по сравнению с другими приводами обладает рядом преимуществ, к которым относятся:

- плавность перемещения исполнительного органа при прямом и обратном ходах;

- удобное регулирование скорости перемещения рабочих органов в широком диапазоне;

- бесшумность работы;

- возможность при его применении автоматизации технологического процесса без существенных дополнительных затрат;

- компактность при достаточно больших создаваемых усилиях, что позволяет уменьшить габаритные размеры и массу всей машины.

§ 2. УСТРОЙСТВО И СБОРКА ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА

Фильтры, применяющиеся для очистки масла, заполняющего гидросистему, могут располагаться как во всасывающей, так и в сливной ее части. В гидравлических системах могут быть одновременно установлены несколько фильтров, предназначенных для последовательной или параллельной очистки масла. В первом случае весь объем жидкости последовательно пропускается через все фильтры, во втором через каждый фильтр проходит только часть жидкости, циркулирующей в системе.

Так как при параллельном соединении фильтров скорость протекающей через них жидкости меньше, чем при последовательном (при прочих равных условиях), то и очистка масла при параллельной работе фильтров осуществляется более качественно.

Для очистки масла в гидросистемах металлорежущих станков применяют фильтры щелевые, пластинчатые и сетчатые с металлической (в большинстве случаев латунной) сеткой, имеющей от 3000 и более ячеек на 1 см^2 . Засорение фильтров приводит к повышению давления в системе, поэтому одновременно с ними устанавливают специальные предохранительные клапаны, обеспечивающие слив масла в бак, минуя фильтр (в этом случае масло поступает в бак неочищенным).

Резервуары гидросистем. В качестве резервуаров в гидравлических системах используют полости в корпусных деталях оборудования или специальные баки. Использование в качестве резервуара для гидравлической жидкости полостей в корпусных деталях дает возможность компактно разместить гидрооборудование и облегчает сбор жидкости, появляющейся в результате утечки. Обычно объем резервуара принимают таким, чтобы он вместил гидравлическую жидкость, подаваемую насосом в течение 3 мин. Для того чтобы улучшить отстой жидкости и

ее охлаждение, объем резервуара увеличивают до обеспечения им вместимости жидкости, подаваемой насосом в течение 5 мин.

Баки для гидравлической жидкости имеют, как правило, сварную конструкцию и изготавливаются из листовой стали (рис. 130, а). В корпусе 1 бака выполняют перегородки, которые увеличивают длину хода жидкости в баке от сливного 4 к всасывающему 2 патрубку, что улучшает осаждение твердых включений, попадающих в гидравлическую жидкость в результате износа элементов гидропривода. Для обеспечения нормального давления внутри бака (в крышке его корпуса) предусмотрена установка клапана 3, который открывается в тех случаях, когда давление внутри бака становится ниже атмосферного. При монтаже сливного 4 и всасывающего 2 патрубков следует иметь в виду, что для обеспечения нормальной работы системы они не должны доходить до дна бака на определенную величину, зависящую от их диаметра. Для контроля за уровнем гидравлической жидкости в баке предусмотрено специальное отверстие 5, закрываемое пробкой.

В целях улучшения очистки гидравлической жидкости на сливном патрубке может быть установлено специальное устройство — сапун (рис. 130, б), обеспечивающий отстой и фильтрацию гидравлической жидкости перед ее поступлением в гидравлический бак.

Насосы. Являясь главным элементом гидравлической системы, насос служит для всасывания жидкости и ее нагнетания в гидравлическую систему, обеспечивает перемещение жидкости (в результате сообщения ей энергии) по трубопроводам на заданные расстояние и высоту, создает давление в замкнутой системе гидропривода.

В зависимости от принципа действия (способа передачи жидкости энергии) насосы делят на объемные (поршневые, пластинчатые, винтовые, шестеренчатые) и центробежные.

Работа насоса характеризуется его подачей, напором, потребляемой мощностью, КПД и высотой всасывания. Подача Q — объемное количество жидкости, подаваемое насо-

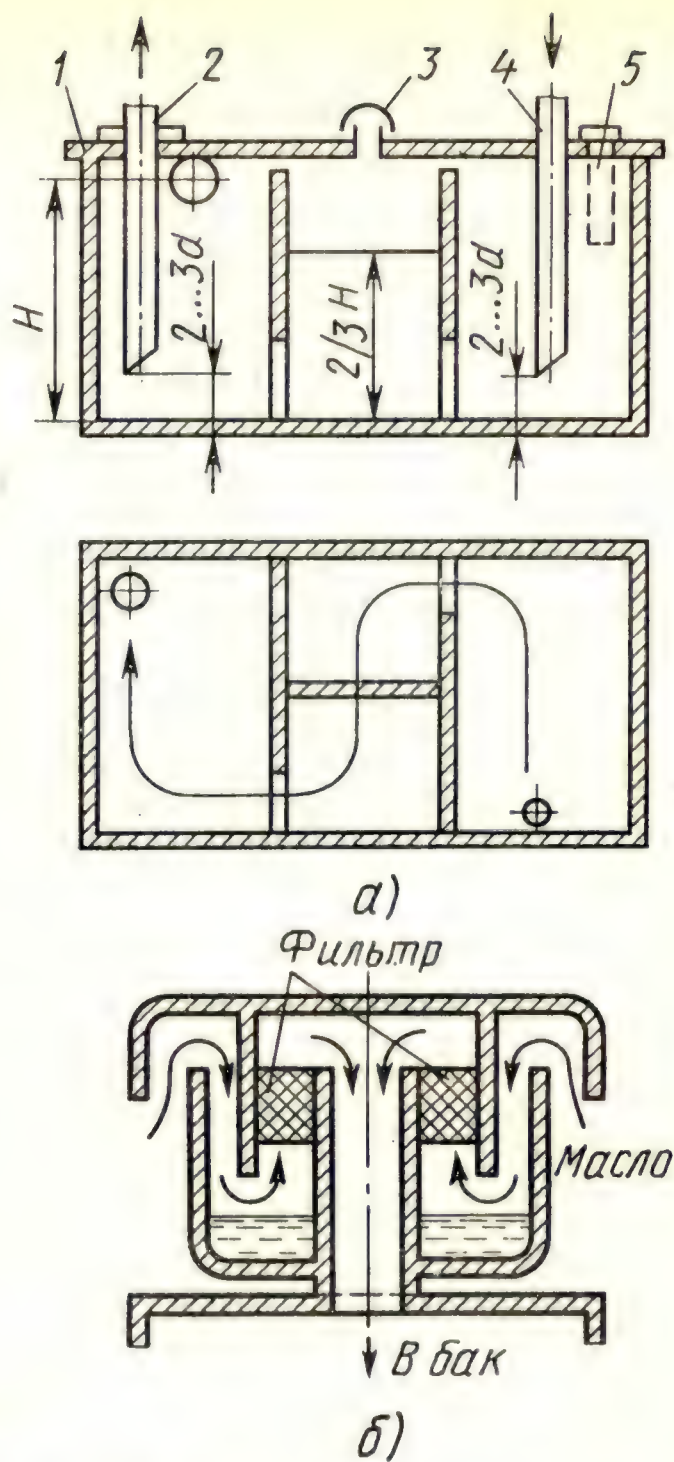


Рис. 130. Конструкция гидравлического бака (а) и сапун (б): 1 — корпус, 2, 4 — всасывающий и сливной патрубки, 3 — клапан, 5 — отверстие для контроля уровня гидравлической жидкости

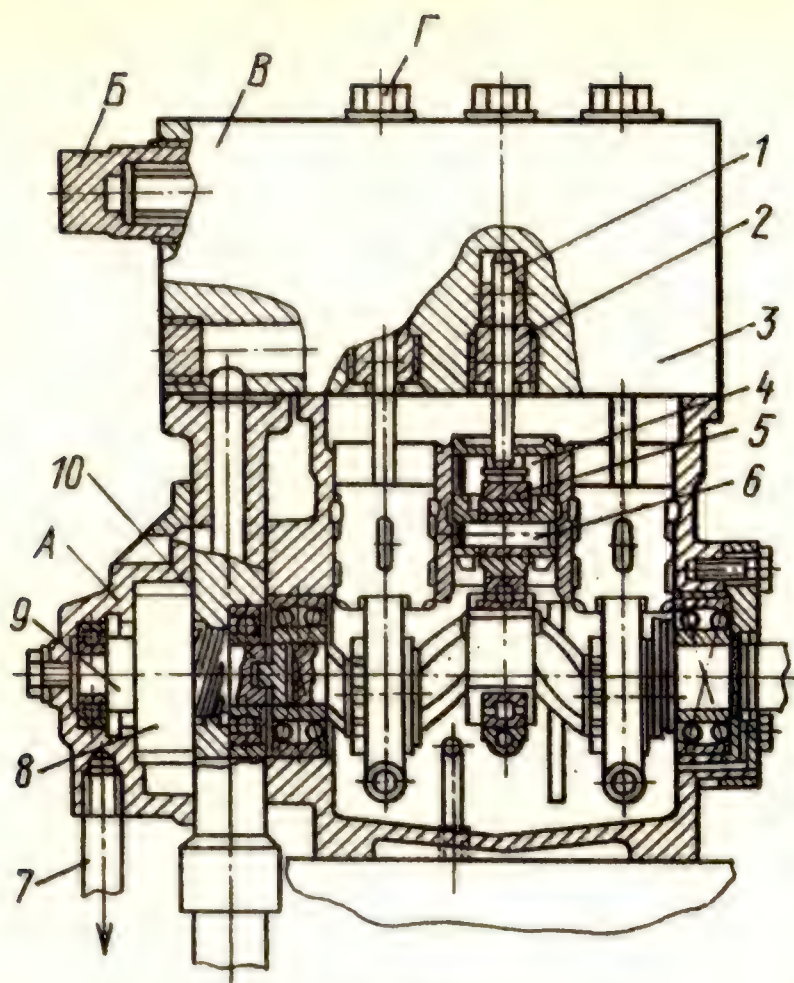


Рис. 131. Горизонтальный поршневой трехплунжерный насос:

1 — поршень, 2 — пробка, 3 — корпус насоса, 4 — кроцкопф, 5 — шатун, 6 — палец, 7, 8 — зубчатые колеса, 9 — ось, 10 — коленчатый вал

сом в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, л/с). Напор — это максимальная высота, на которую может подняться жидкость над поверхностью отсчета под действием статического давления, разности высот и др. Потребляемая насосом мощность всегда больше полезной, так как ее часть расходуется на работу по перемещению частей насоса. Отношение полезной мощности к потребляемой называется коэффициентом полезного действия насоса. Для поршневых насосов значение КПД составляет 0,6...0,92, для осевых (пластинчатых, шестеренчатых и винтовых) — 0,7...0,85. Насосы больших размеров имеют более высокий КПД. Высота всасывания для насосов гидравлических систем составляет обычно 5...6 м.

Поршневые насосы, применяющиеся в гидравлических системах, отличаются друг от друга количеством поршней, а следовательно, подачей и развиваемым давлением.

Горизонтальный поршневой трехплунжерный насос (рис. 131) состоит из части низкого давления А, переключающего золотника В, части высокого давления В и клапанной коробки Г. Часть низкого давления образована двумя зубчатыми колесами 7 и 8, одно из которых установлено на оси 9, соединенной с коленчатым валом 10 поршневой группы. Эта часть, поставляющая большое количество масла, обеспечивает холостой ход поршня. Часть высокого давления — трехпоршневая; она служит для создания давления в гидросистеме. Поршни 1 уплотнены чугунными пробками 2 в корпусе 3 насоса. Чугунные кроцкопфы 4 с помощью стальных пальцев 6 соединяют с шатунами 5. Прилегающая к корпусу клапанная коробка обеспечивает подачу масла к выходу из насоса в заданной последовательности.

При сборке поршневых насосов особое внимание следует обратить на пригонку сопрягаемых деталей. Особенно высокие требования предъявляют к притирке поршней к цилиндрам. Поршни должны входить в цилиндр легко (без качки) и плотно, т. е. таким образом, чтобы они могли опускаться в цилиндре под действием силы тяжести. Овальность и конусность поршней не должна превышать 0,005 мм, а цилиндров — 0,01 мм. Поршни и цилиндры насосов невзаимозаменяемы, поэтому при сбор-

ке их клеймят, чтобы в дальнейшем не перепутать. Всасывающие и нагнетательные клапаны насосов должны быть качественно притерты к своим гнездам.

Шестеренчатые насосы бывают низкого и высокого давления. Первые применяют в смазочных системах и системах охлаждения, а вторые — в гидравлических системах. Давление, создаваемое насосами этого типа, может достигать 120 МПа.

Конструкция шестеренчатых насосов достаточно проста (рис. 132). Они состоят из одной или двух пар зубчатых колес 1, которые устанавливают на осях в корпусе 8. При вращении зубчатых колес масло из всасывающей полости А, попадая между зубьями колес и стенкой корпуса, поступает в нагнетающую полость Б. Находящиеся в зацеплении зубья препятствуют возвращению масла в полость А. В сопряжениях деталей насоса зазоры должны быть минимальными во избежание утечки масла. Особенно важно выдержать в заданных технических условиях пределы зазоры между корпусом и зубьями зубчатых колес.

Сборку шестеренчатого насоса начинают с запрессовки во вкладыши 4 и 10 втулок игольчатых подшипников. Затем запрессовывают в корпус 8 левый вкладыш, с наружной стороны которого устанавливают пропитанную маслом или нитролаком бумажную прокладку, и крышку 12, закрепляя ее винтами 13 и 14. В валик 3 запрессовывают штифт 5 и устанавливают зубчатое колесо 9. На второй валик с помощью сегментной шпонки монтируют зубчатое колесо 1.

На внутреннюю поверхность втулки 11 наносят слой солидола и вводят в отверстие монтажный вал, устанавливая в зазор между валом и втулкой иглы игольчатого подшипника; после

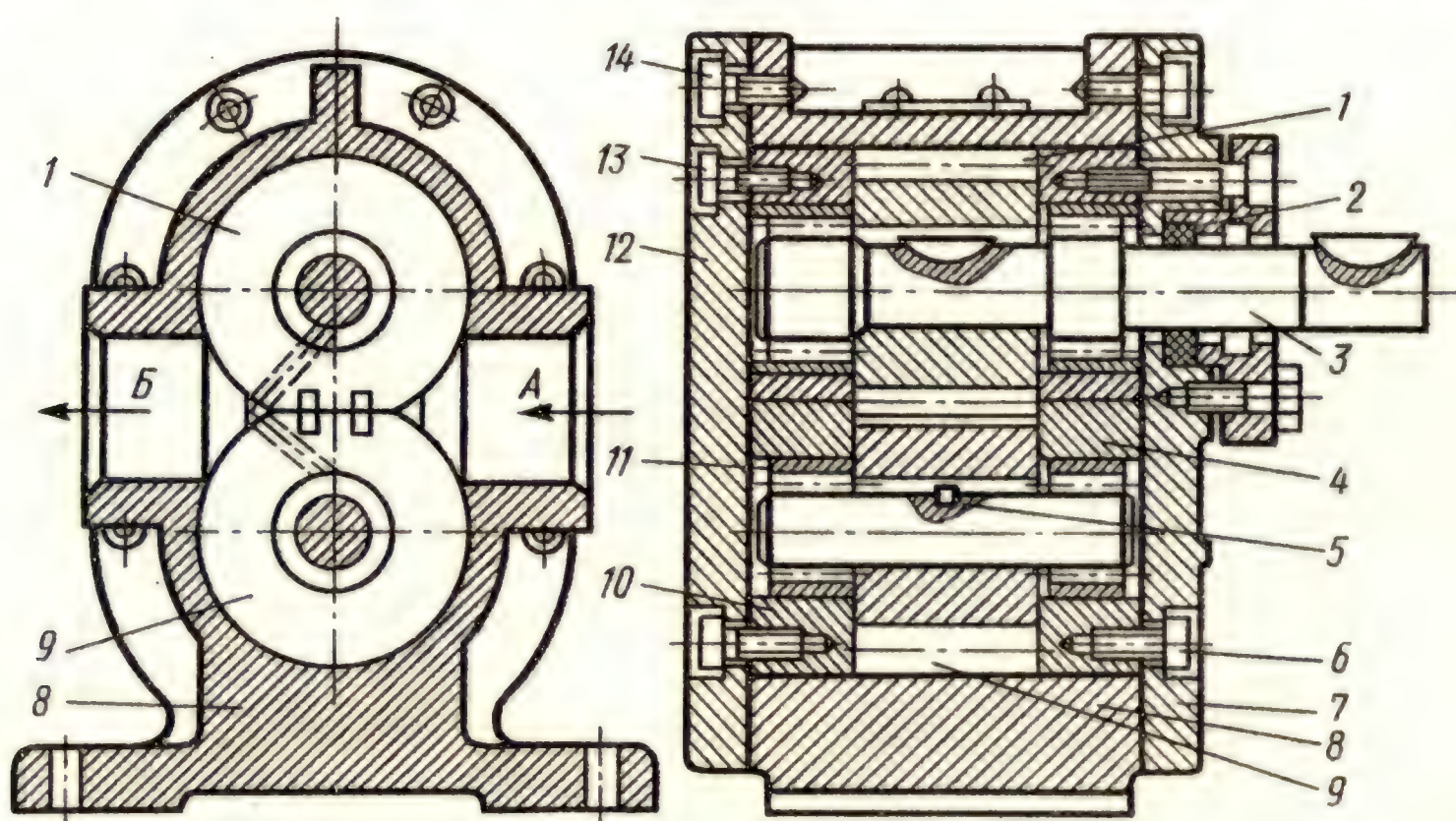


Рис. 132. Шестеренчатый насос:

1, 9 — зубчатые колеса, 2, 7, 12 — крышки, 3 — валик, 4, 10 — вкладыши, 5 — штифт, 6, 13, 14 — винты, 8 — корпус, 11 — втулка

удаления монтажного вала иглы удерживаются за счет нанесенного на поверхность втулки слоя солидола.

Правый вкладыш насоса прикрепляют к крышке 7 винтами, также предварительно установив между ним и крышкой прокладку из бумаги, пропитанной нитролаком. Во втулку правого вкладыша устанавливают, используя для этого монтажный вал, иглы игольчатого подшипника.

Зубчатые колеса, находящиеся на валиках, монтируют в корпус, проверив зазоры в зубчатом зацеплении (они должны соответствовать указанным в технических условиях) и высоту части корпуса, выступающей над зубчатыми колесами. Затем монтируют на место крышки 7 с вкладышами и сальниковое уплотнение.

После сборки насос контролируют (проворачивая его вручную) на плавность хода; на специальном стенде проверяют его подачу и объемный КПД. При работе насос не должен производить шума.

Пластинчатые насосы различных моделей предназначены для создания давления, равного 3...7 МПа. Пластинчатый насос мод. Г12-1 (рис. 133), имеющий постоянное значение подачи и служащий для нагнетания масла в гидравлическую систему станка, представляет собой чугунный корпус 9 с крышкой 6. В корпусе смонтирован стальной закаленный статор, имеющий профилированную поверхность, по которой могут скользить лопасти 13. Ротор установлен на шлицевом валу 11, свободно вращающемся в шариковых подшипниках. К торцам статора 7 и ротора 3 прижаты распределительные диски 5 и 8, в которых имеются всасывающие 12 и нагнетательные 14 окна (по два окна в каждом диске). При вращении ротора 3 лопасти 13 за счет центробежных сил прижимаются к внутренней

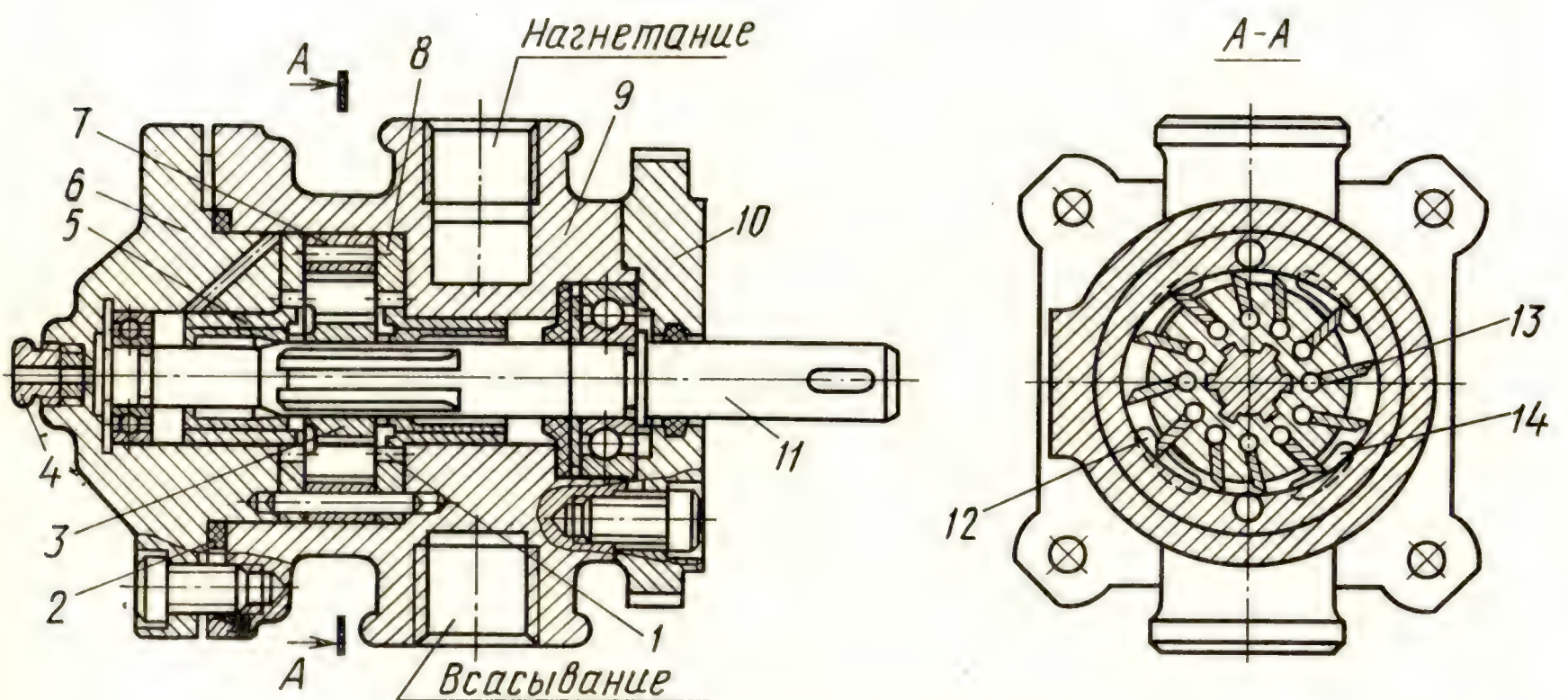


Рис. 133. Пластинчатый насос:

1 — отверстие для подвода масла, 2 — уплотнительное кольцо, 3 — ротор, 4 — штуцер, 5, 8 — распределительные диски, 6 — крышка, 7 — статор, 9 — корпус, 10 — фланец, 11 — вал ротора, 12, 14 — всасывающие и нагнетательные окна, 13 — лопасти

поверхности статора 7. За один оборот ротора 3 осуществляются два цикла всасывания, поэтому эти насосы называют насосами двойного действия. Во избежание утечки масла между корпусом 9 и крышкой 6 устанавливают кольцо 2. Вал насоса уплотняют манжетами из маслостойкой резины или фетровыми уплотнениями.

Сборка пластинчатых насосов очень сложна. Приступая к ней, следует иметь в виду, что большее отверстие является всасывающим, а меньшее — нагнетательным. Прежде чем приступить к сборке, необходимо тщательно изучить чертеж. После сборки, проворачивая ротор за вал, проверяют силу и равномерность затяжки винтов. Ротор должен вращаться легко и плавно.

Сборку пластинчатого насоса осуществляют в такой последовательности:

- в корпус 9 сначала устанавливают распределительный диск 8 с отверстием 1 для подвода масла, а затем запрессовывают статор 7;

- на вал 11 ротора напрессовывают правый подшипник, предварительно установив уплотняющую прокладку;

- вал 11 с подшипником устанавливают в корпус 9;

- устанавливают на корпус и закрепляют винтами фланец 10 с уплотнительной манжетой;

- устанавливают на вал 11 ротор 3 с лопастями 13;

- на ротор устанавливают распределительный диск 5;

- с левой стороны вала 11 устанавливают подшипниковую опору;

- для обеспечения заданного положения распределительные диски 8 и 5 фиксируют относительно корпуса штифтом;

- устанавливают уплотнительное кольцо 2 и крышку 6 таким образом, чтобы отверстие в крышке совпало со штифтом, фиксирующим положение распределительных дисков;

- закрепляют крышку 6 винтами;

- устанавливают в крышку 6 штуцер 4, через который сливается в бак масло, появляющееся в результате утечек.

Винтовые насосы часто применяют вместо шестеренчатых благодаря тому, что они имеют преимущества, основными из которых являются следующие: небольшие габаритные размеры и масса; бесшумность работы; способность нагнетать жидкости, диапазон вязкостей которых довольно широк; большая частота вращения, позволяющая соединять насос напрямую с высокоскоростным двигателем; простота конструкции, не требующая высокой квалификации рабочих при сборке.

Роль рабочего органа в этих насосах (рис. 134) выполняет ротор 5 с витками, образующими винтовую линию. Роторов может быть несколько. Насос, показанный на рис. 134, имеет три ротора, причем один из них (5) является ведущим, а остальные (3 и 9) — ведомыми. Винтовые роторы — двухзаходные с

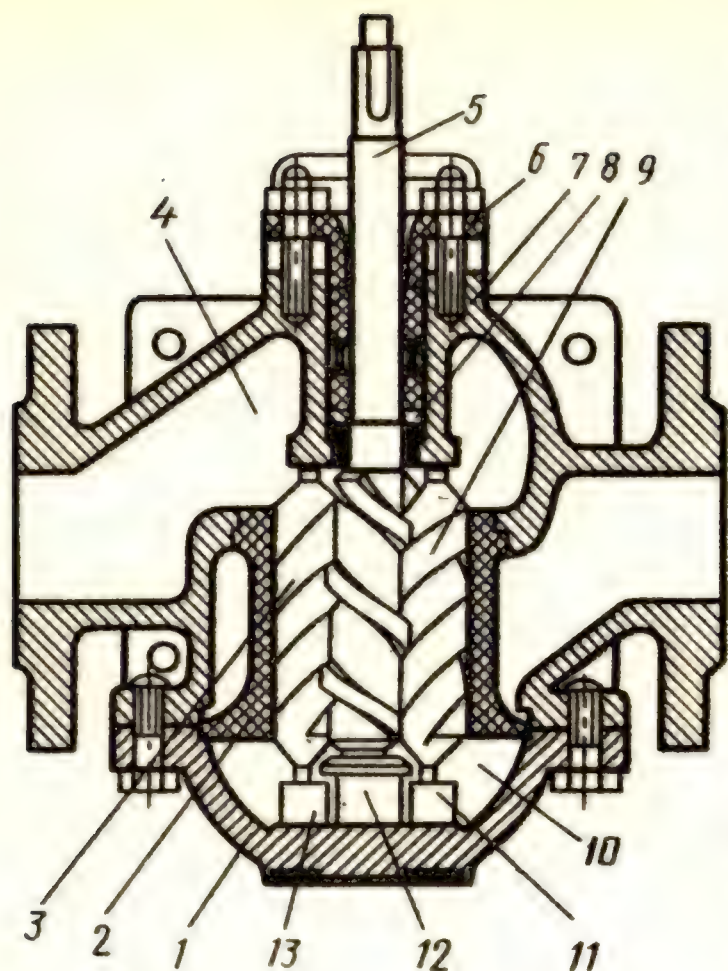


Рис. 134. Винтовой насос:

1 — крышка корпуса, 2 — обойма роторов, 3, 9 — ведомые роторы, 4, 10 — камеры всасывания и нагнетания, 5 — ведущий ротор, 6, 8 — нажимная и опорная втулки уплотнительного сальника, 7 — корпус, 11, 13 — разгрузочные поршни ведомых роторов, 12 — разгрузочный поршень ведущего ротора

циклоидальным профилем. По торцевым поверхностям роторов расположены камеры всасывания 4 и нагнетания 10; цилиндрическая часть каждого ротора плотно охватывается корпусом 7 насоса.

Рабочая жидкость, находящаяся во всасывающей камере насоса, поступает в винтовую впадину ротора, которая при вращении перекрывается витками других роторов, проталкивая жидкость в напорную камеру. В этой камере впадина замыкается, и жидкость проталкивается в напорную магистраль гидравлического привода (так же, как и в шестеренчатом насосе).

Винтовой насос надежно работает в том случае, если полностью устранена возможность перетекания жидкости из нагнетательной камеры во всасывающую. Условие это обеспечивается герметичным уплотнением винтовых впадин при зацеплении витков роторов и пригонкой витков по их наружной поверхности к обойме 2 роторов.

Характерной особенностью винтовых насосов является постоянство отношения между размерами роторов (независимо от размеров насоса).

Сборку винтового насоса осуществляют следующим образом:

в корпус 7 последовательно устанавливают опорную втулку 8 уплотнительного сальника, которая одновременно выполняет роль подшипника скольжения ротора, ведущий ротор 5, уплотнительный сальник, нажимную втулку 6 уплотнительного сальника, закрепляя ее винтами, и обойму 2 роторов;

в обойму устанавливают ведомые роторы 3 и 9;

на крышке 1 монтируют разгрузочные поршни 11 и 13 ведомых роторов и 12 ведущего ротора;

на корпус устанавливают крышку 1 с прокладкой и закрепляют ее винтами.

Силовые гидроцилиндры преобразуют энергию потока жидкости в механическую энергию возвратно-поступательного или вращательного движения выходного звена механизма и связанных с ним исполнительных органов оборудования. Гидроцилиндры делят на поршневые и плунжерные с одним или двумя штоками. Поршневые гидроцилиндры изготавливают в двух конструктивных исполнениях: 1) с неподвижным поршнем и пере-

мещающимся цилиндром; 2) с неподвижным цилиндром и перемещающимся поршнем.

Простые гидравлические цилиндры имеют два штока с поршнями одинаковых диаметров, вследствие чего обеспечиваются одинаковые скорости прямого и обратного ходов. В дифференциальных цилиндрах, имеющих только один шток, скорости перемещения поршней при прямом и обратном ходах неодинаковы, так как в разных полостях цилиндра площади поршней различны.

Дифференциальный силовой гидроцилиндр (рис. 135) имеет гильзу 10, внутри которой перемещается уплотненный резиновыми кольцами поршень 6, укрепленный на штоке 5 с помощью гайки 9. Гильза 10 с двух сторон закрывается крышками 3 и 8, соединенными шпильками 13 с фланцами 4 и 7, установленными на шпонках 11. Одна из крышек имеет отверстие для штока. Герметичность соединения гильзы с крышками обеспечивается уплотнительными кольцами 12. Крышка 3 дополнительно герметизируется по отверстию для штока с помощью сальника 1. В обеих крышках имеются штуцера 2 для подвода и отвода масла.

Силовой гидравлический цилиндр состоит из двух сборочных единиц — корпуса и поршня в сборе. Предварительно собирают поршневую группу и корпус, а уже затем осуществляют общую сборку силового цилиндра. Сборку поршневой группы начинают с установки на шток 5 поршня 6, который закрепляют на штоке с помощью гайки 9. Сборку корпуса начинают с запрессовки гильзы 10, на которой затем устанавливают с помощью шпонок 11 фланцы 4 и 7 (шпонки 11 обеспечивают фиксацию фланцев 4 и 7 при установке крышек 3 и 8).

По окончании сборки корпуса и поршня приступают к окончательному монтажу силового гидроцилиндра, устанавливая в его гильзу 10 шток 5 с поршнем 6. После установки в силовой гидроцилиндр поршневой группы монтируют крышки 3 и 8

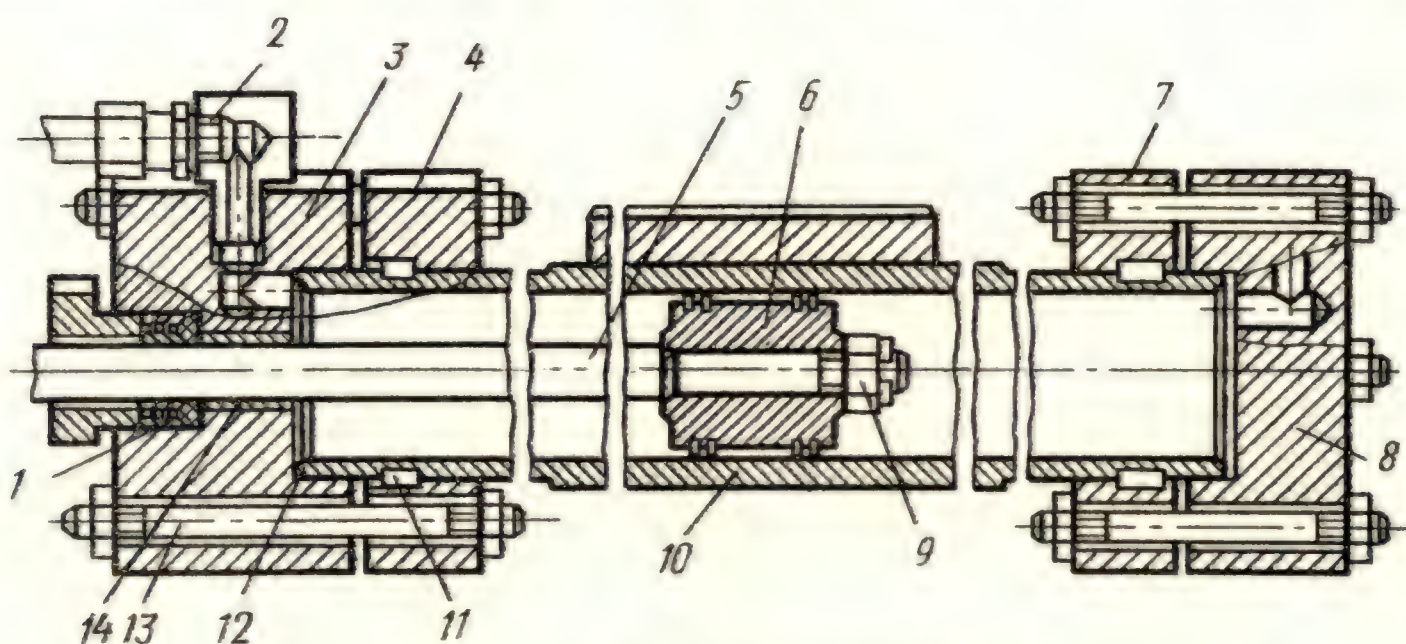


Рис. 135. Дифференциальный силовой гидроцилиндр:

1 — сальник, 2 — штуцер, 3, 8 — крышки, 4, 7 — фланцы, 5 — шток, 6 — поршень, 9 — гайка, 10 — гильза, 11 — шпонка, 12 — уплотнительные кольца, 13 — шпилька, 14 — втулка

с уплотнительными кольцами 12, закрепляя их на фланцах 4 и 7 шпильками 13. Затем за счет сальника 1 и втулки 14 уплотняют шток, а в заключение в крышки устанавливают штуцера: в левую крышку — штуцер 2, а в правую — штуцер, не показанный на рисунке.

Проверяют собранный силовой гидроцилиндр, прокачивая через него подогретое до 50 °С масло. При качественной сборке не должно наблюдаться утечки масла в уплотнении кольцами 12 и сальником 1.

§ 3. КОНТРОЛЬНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА

Регулирующая аппаратура предназначена для регулирования скорости перемещения поршня в гидроцилиндре и усилия на исполнительном механизме за счет изменения количества жидкости, протекающей в единицу времени через силовой гидроцилиндр, и ее давления в полостях последнего. Из регулирующих устройств, отличающихся разнообразием конструкций, наиболее распространены дроссели, различные клапаны, золотники.

Дроссели служат для регулирования скорости движения поршня гидравлического цилиндра за счет изменения количества жидкости, поступающей в полость последнего. Осуществляют это, изменяя поперечное сечение проходного отверстия дросселя.

Наибольшее распространение получил щелевой дроссель (рис. 136, а). Через отверстие 8 масло поступает в корпус 4 и, проходя через щелевое отверстие 7 и внутреннее отверстие валика 3, подходит к отверстию 2, через которое поступает в гидравлическую систему. Поворачивая валик 3, можно изменять поперечное сечение щелевого отверстия 7, уменьшая или увеличивая его. Установку валика в заданное положение осуществляют с помощью лимба 5. Фиксация валика в заданном положении обеспечивается гайкой 6. Для слива из дросселя масла, просочившегося в зазоры соединений, служит отверстие 1.

Сборка щелевого дросселя чрезвычайно проста и не требует подробного объяснения. Однако в процессе сборки следует обратить внимание на плотность прилегания валика 3 к стенкам корпуса, что достигается либо высокой точностью изготовления корпуса и валика в условиях серийного производства, либо их притиркой в условиях единичного производства.

Предохранительные клапаны (рис. 136, б) ограничивают повышение давления в гидравлической системе. Шарик 9 удерживается в седле пружиной 10. Сила натяжения пружины должна быть отрегулирована с помощью винта 11 на максимально допустимое значение давления в полости А. Если давление в полости А превысит максимальное, то под его воздействием шарик будет отжат и, преодолевая действие пружины, откроет проход для жидкости из полости А в полость Б и на слив.

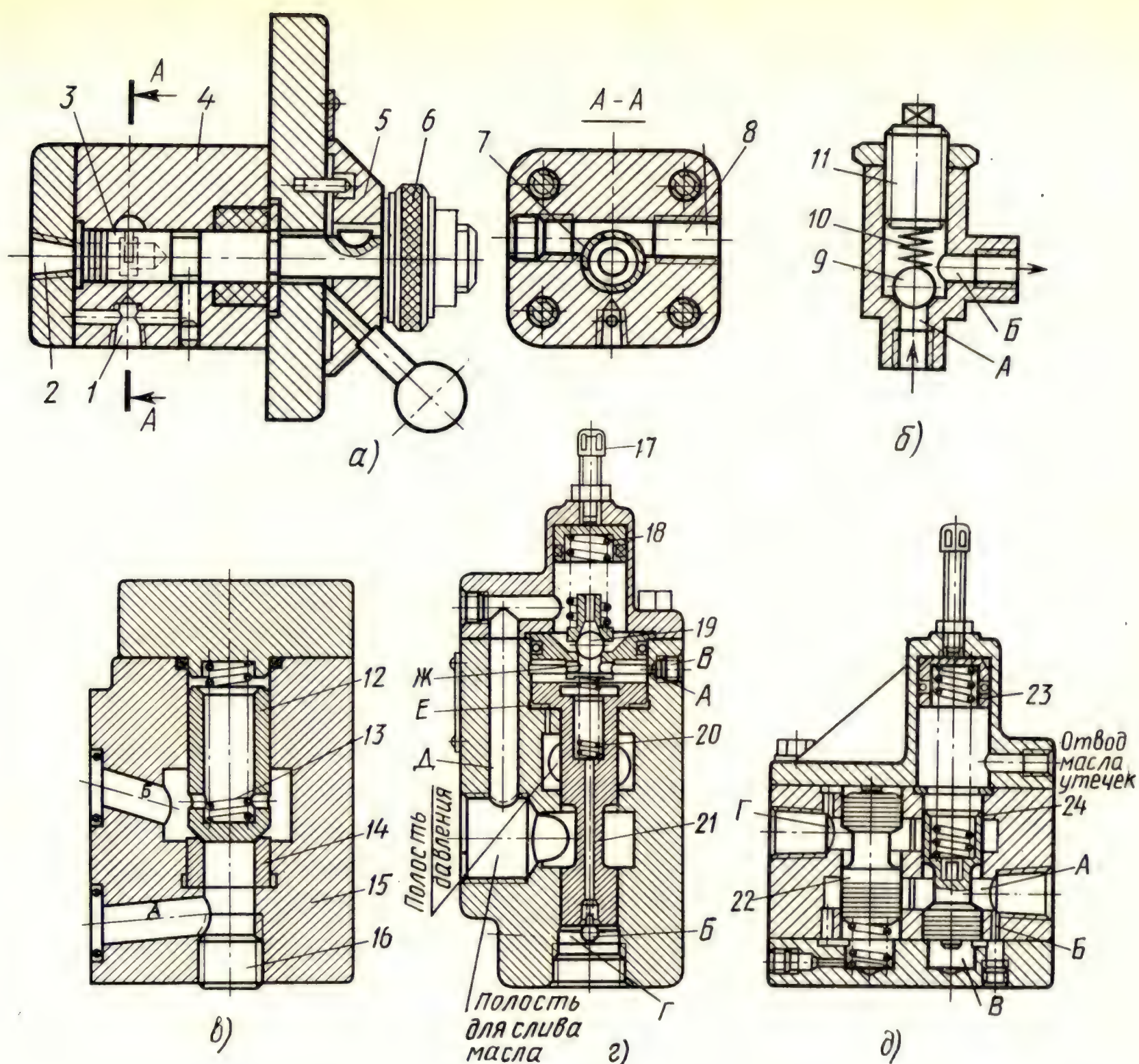


Рис. 136. Регулирующая аппаратура:

а — щелевой дроссель, б — предохранительный клапан, в — обратный клапан, г — предохранительный клапан с переливным золотником; 1 — сливное отверстие, 2 — выходное отверстие дросселя, 3 — валик, 4, 15 — корпуса, 5 — лимб, 6 — гайка, 7 — щелевое отверстие, 8 — отверстие для поступления масла, 9 — шарик, 10, 13, 18, 20, 23 — пружины, 11, 17 — регулировочные винты, 12, 19 — клапаны, 14 — седло, 16 — пробка, 21, 22, 24 — золотники

Обратные клапаны обеспечивают прохождение жидкости в одном направлении. Обратный клапан мод. 751-2 (рис. 136, в) работает следующим образом. Масляный поток под давлением попадает через отверстие А в корпусе 15 под клапан 12, который, преодолевая давление пружины 13, приподнимается над седлом, открывая путь маслу к отверстию Б. При изменении направления движения жидкости клапан 12 под воздействием пружины 13 прижимается к седлу 14, перекрывая маслу путь в обратном направлении. Технологическое отверстие в корпусе 15 закрыто пробкой 16.

Предохранительный клапан с переливным золотником (рис. 136, г) кроме поддержания определенного постоянного давления в гидросистеме предохраняет ее от перегрузок. Масло под давлением поступает в полость Ж

и под шариковый клапан 19 через отверстие В в демпфере золотника 21. К отверстию В масло подводится через канал Б. Шариковый клапан 19 отрегулирован на определенное давление, которое задается пружиной 18. Гидравлически уравновешенный золотник удерживается пружиной 20 в крайнем положении, перекрывая слив масла.

Если давление в системе превышает максимально допустимое значение, клапан 19 открывается и масло из полости Ж по каналу Д поступает на слив, вызывая тем самым понижение давления в полости Ж. При этом нарушается равновесие сил, действующих на золотник 21, который под давлением масла в полостях Г и Е поднимается, соединяя полости давления с полостью для слива масла, что вызовет падение давления в гидросистеме. Если давление упадет ниже того значения, на которое отрегулирована пружина 18, шариковый клапан 19 закроется, перекрывая слив масла. Давления в полостях Г, Е и Ж выравняются и золотник 21 под действием пружины 20 опустится. Регулирование клапана на заданное давление осуществляется винтом 17.

Напорный золотник с обратным клапаном (рис. 136, д) обеспечивает пропускание масла в одном направлении при заданном давлении и в обратном направлении с минимальным сопротивлением. Золотник работает следующим образом. Масло подводится в полость А; золотник 24 под действием пружины 23 занимает крайнее нижнее положение, разъединяя полости А и Г (при этом полость Г соединяется с полостью гидроцилиндра). Одновременно масло через отверстие Б поступает в полость В под нижний торец золотника 24. Когда давление в системе превысит значение, на которое отрегулирована пружина 23, золотник 24 поднимется, соединяя полости А и Г, и масло под давлением поступит в полость гидравлического цилиндра. В обратном направлении масло проходит, отжимая золотник 22 в крайнее нижнее положение.

Регулирующая аппаратура, выпускаемая специализированными предприятиями, поступает на сборку в готовом виде.

Распределительная аппаратура осуществляет управление потоками жидкости в гидравлической системе, изменяя их направление, а также обеспечивает включение и выключение отдельных участков гидравлической системы при поступлении внешних сигналов управления, которые могут подаваться как вручную, так и с помощью системы автоматического управления. К распределительной аппаратуре относятся краны, золотники и др.

Реверсивные золотники, обеспечивающие изменение направления движения рабочих органов, могут иметь различное управление — ручное, от кулачка, электрическое, электрогидравлическое, электромагнитное.

Четырехходовой золотник с управлением от кулачка (рис. 137, а) работает следующим образом. При свободном по-

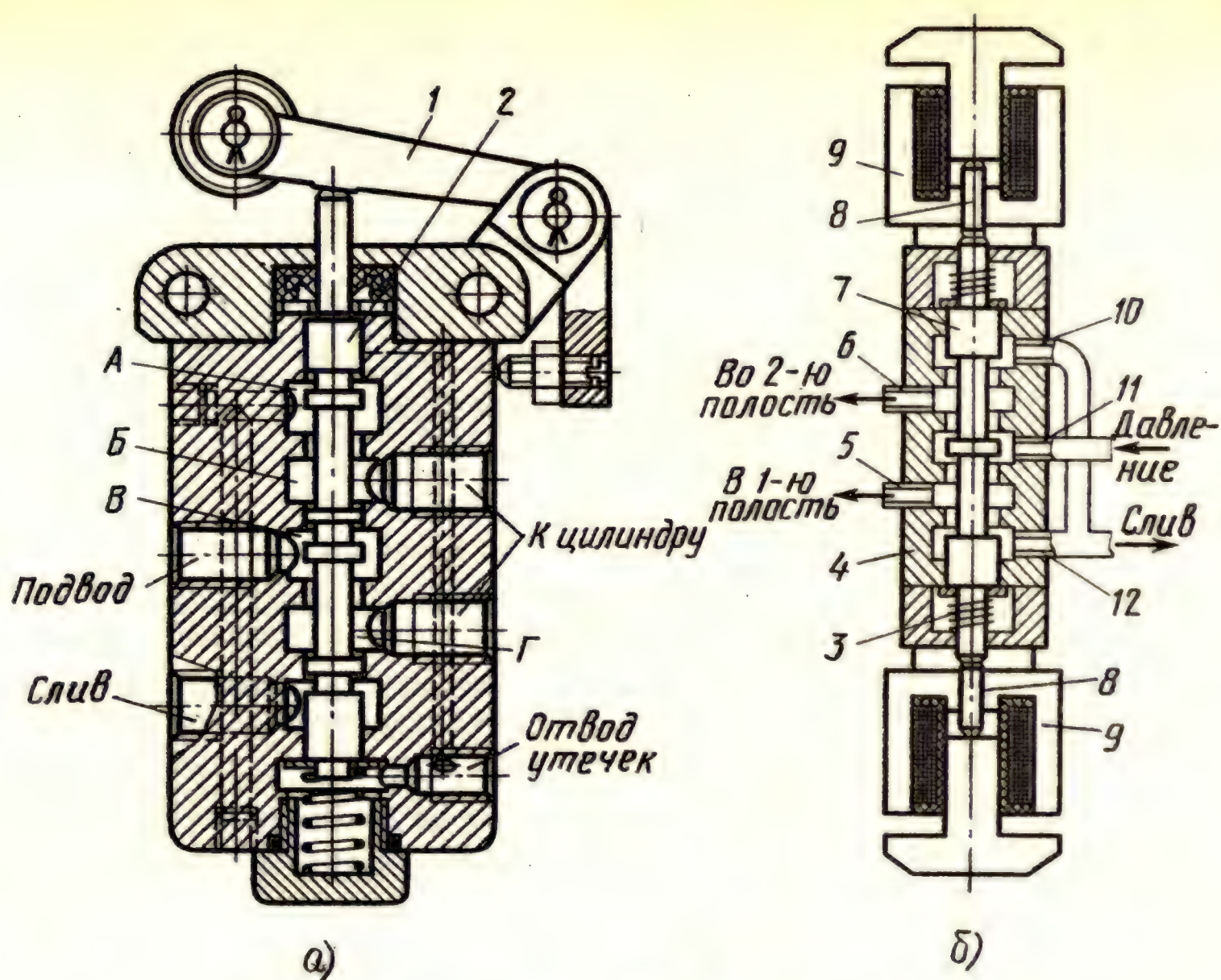


Рис. 137. Реверсивные золотники:

а — с управлением от кулачка, б — с управлением от электромагнита;
1 — рычаг, 2 — золотник, 3 — пружина, 4 — втулка, 5, 6, 10, 11, 12 — трубопроводы, 7 — плунжер, 8 — штифт, 9 — электромагнит

ложении рычага 1 золотник 2 находится в крайнем верхнем положении. При этом положении золотника полость А соединяется с полостью Б, а полость В — с полостью Г, и масло под давлением проходит из полости В в полость Г, а далее поступает в одну из полостей силового гидроцилиндра. Из второй полости силового гидроцилиндра масло поступает на слив через полости А и Б. При нажатии на рычаг 1 золотник, преодолевая действие пружины, опускается, и направление потока масла изменяется, а поршень в результате этого совершает обратный ход.

Золотник с управлением от электромагнита (рис. 137, б) имеет три положения. Он позволяет подавать масло под давлением то в одну, то в другую полость цилиндра и подключать обе полости на слив, останавливая тем самым подвижный орган станка в любом заранее заданном месте. Во втулке 4 перемещается плунжер 7 золотника, который может занимать три определенных положения. При среднем положении золотника, в котором он находится под действием пружин 3 (см. рис. 137, б), жидкость из трубопровода 11 проходит по полостям втулки 4 и через трубопроводы 10 и 12 поступает на слив. При этом через трубопроводы 5 и 6 и полость втулки 4 жидкость из обеих полостей цилиндра также поступает на слив. При таком положении плунжера рабочий орган станка неподвижен.

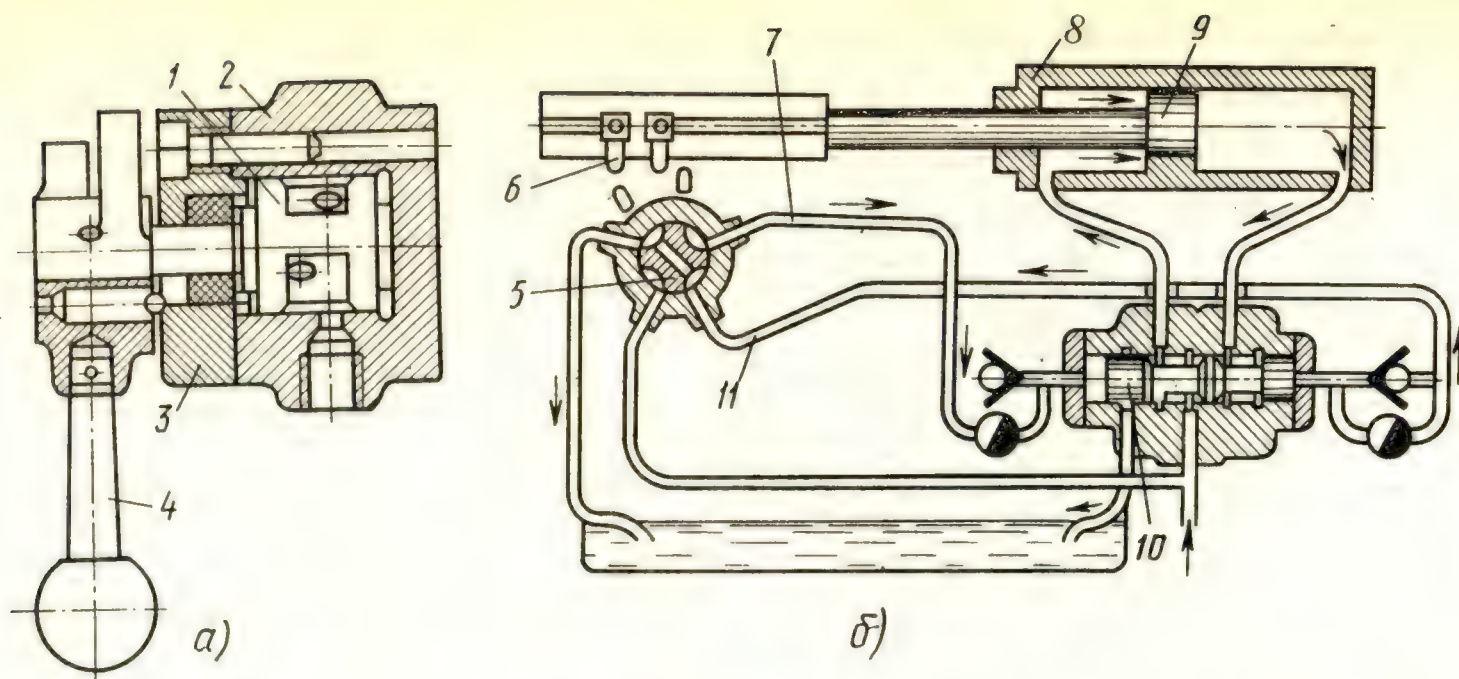


Рис. 138. Устройство гидропилота (а) и схема управления с его помощью золотником (б):

1 — поворотный пилот, 2 — корпус, 3 — крышка, 4 — рукоятка, 5 — гидропилот, 6 — упор, 7, 11 — трубопроводы, 8 — цилиндр, 9 — поршень, 10 — золотник

При включении нижнего электромагнита 9 якорь втягивается в катушку и через штифт 8 перемещает плунжер вверх, преодолевая сопротивление пружины. При этом положении плунжера жидкость под давлением из трубопровода 11 поступит в трубопровод 5 и оттуда — в правую полость гидроцилиндра; жидкость из левой полости через трубопроводы 6 и 12 поступит на слив. При включении верхнего электромагнита 9, воздействующего на штифт 8, жидкость под давлением будет поступать в левую полость гидроцилиндра, а из правой полости она будет сливаться через трубопроводы 5 и 12.

В гидросистемах находят применение гидропилоты (рис. 138, а), которые являются органами вспомогательного управления золотниками. Устройства эти имеют небольшие размеры, так как рассчитаны на небольшую пропускную способность (до 10 л/мин).

Если поворотный пилот 1, расположенный в корпусе 2, соединить с золотниковым устройством, можно управлять рабочим циклом гидравлической системы на расстоянии (рис. 138, б). Жидкость поступает в трубопровод, который соединен с гидропилотом 5, и по трубопроводу 7 подводится к торцу золотника 10, смещая последний вправо. Поступая в полость цилиндра 8, поток жидкости смещает его поршень 9 также вправо. В этом случае исполнительный механизм тоже движется вправо, а жидкость из правой полости гидроцилиндра идет на слив. Когда упор 6, расположенный на исполнительном механизме, сдвинет рычаг гидропилота, последний повернется и соединится с трубопроводом 11. Весь цикл повторится, только подвижные части будут перемещаться влево.

Реле давления используют в металлорежущих станках для отвода инструмента при чрезмерном усилии подачи и автоматического отвода суппорта токарного станка при работе по упорам.

С помощью штуцера 1 (рис. 139), расположенного в корпусе 2, реле давления присоединяют к контролируемой линии гидропривода. Когда давление масла в контролируемой системе превышает допустимое значение, мембрана 4 прогибается и передает усилие через шайбу 5 на рычаг 6, поворачивая его вокруг оси 7. Винт 17, закрепленный на рычаге 8 с помощью гайки 18, воздействуя на штифт микровыключателя 16, включает последний. При снижении давления пружина 10 через коническое седло клапана 9, расположенного в корпусе 12, воздействует на рычаг 8, возвращает его в исходное положение и выключает микровыключатель.

Настройку пружины на заданное давление осуществляют винтом 11, положение которого после настройки фиксируется винтом через медный штифт. Чтобы предупредить случайное замыкание контакта микровыключателя, на корпус 12 устанавливают прокладку 14, закрепляя ее винтом 13. Реле давления монтируют в кожухе 3, закрытом крышкой 15.

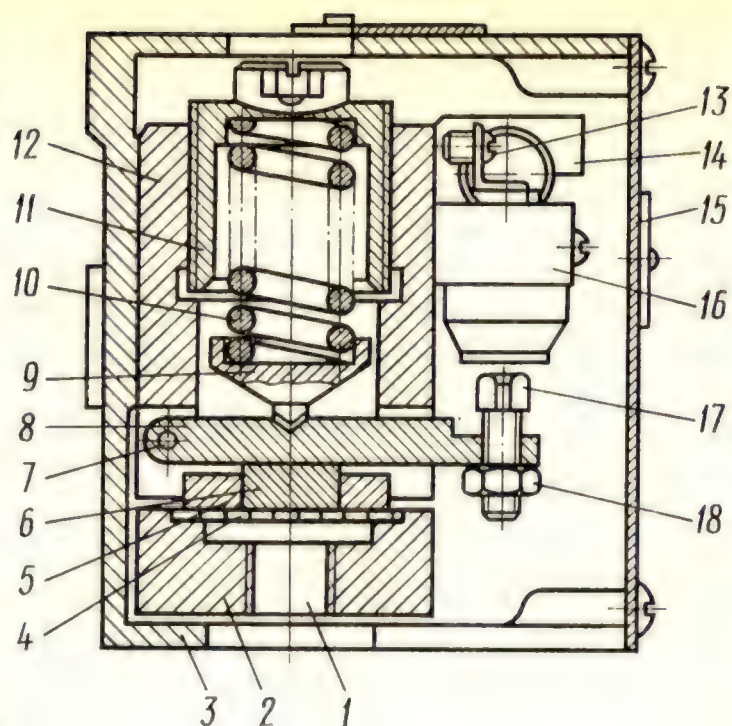


Рис. 139. Реле давления:

1 — штуцер, 2, 12 — корпуса, 3 — кожух, 4 — мембрана, 5 — шайба, 6, 8 — рычаги, 7 — ось, 9 — клапан, 10 — пружина, 11, 13, 17 — винты, 14 — прокладка, 15 — крышка кожуха, 16 — микровыключатель, 18 — гайка

§ 4. ТРУБОПРОВОДЫ И УПЛОТНЕНИЯ ГИДРОСИСТЕМ

Трубопроводы. Элементы гидросистемы расположены на некотором, иногда значительном, расстоянии друг от друга, поэтому для их соединения применяют трубопроводы, которые могут быть жесткими (из металлических труб) и гибкими (из резиновых шлангов и гибких металлических рукавов). Гибкие трубопроводы более удобны в монтаже и позволяют подводить жидкость к подвижным элементам гидросистемы, но обладают меньшей (по сравнению с жесткими трубопроводами) механической прочностью. Для жестких трубопроводов применяют стальные бесшовные холодно- и горячекатаные трубы. В некоторых случаях (в зависимости от условий эксплуатации) используют трубы из алюминиевых сплавов и медные. В качестве гибких трубопроводов применяют шланги без оплетки, а также с одной, двумя или тремя хлопчатобумажными либо металлическими оплетками.

Основной технической характеристикой трубопровода является его условный проход, т. е. номинальный внутренний диаметр, значение которого зависит от пропускной способности трубопровода и максимально допустимой скорости потока жидкости в нем.

Соединяют трубопроводы с помощью специальной арма-

туры, позволяющей выполнять неподвижные соединения или соединения, допускающие некоторое относительное перемещение деталей и элементов гидросистемы без утечки масла. Наиболее часто применяют соединения труб развальцовкой (рис. 140, а). Концы развальцованных труб 4 соединяют штуцером 1 и закрепляют с помощью гайки 2 и ниппеля 3. В некоторых случаях для этих соединений используют медные прокладки, повышающие герметичность соединения.

Стальные трубы, так же как и медные, соединяют между собой с помощью штуцеров (рис. 140, б). К концу труб 4 приваривают шаровые ниппели 3, имеющие сферические головки. Плотность соединения ниппеля 3 со штуцером 1 обеспечивается усилием затяжки накидной гайки 2. Для увеличения плотности соединения устанавливают медные прокладки. Способ закрепления шланга на штуцере показан на рис. 140, в.

Уплотнения (уплотнительные детали) силового гидроцилиндра служат для предупреждения утечки жидкости в зазоры между его неподвижными и движущимися частями. Способы уплотнения силовых гидроцилиндров можно разделить на две основные группы: 1) без применения уплотнительных деталей (притиркой); 2) с применением уплотнительных деталей, непрерывно прижатых к уплотняемым поверхностям.

В первом случае плунжеры должны быть притерты к цилиндрам до обеспечения их полного прилегания по всей поверхности контакта.

Простейшим видом уплотнения, используемого во втором случае, является сальник с набивкой мягким эластичным

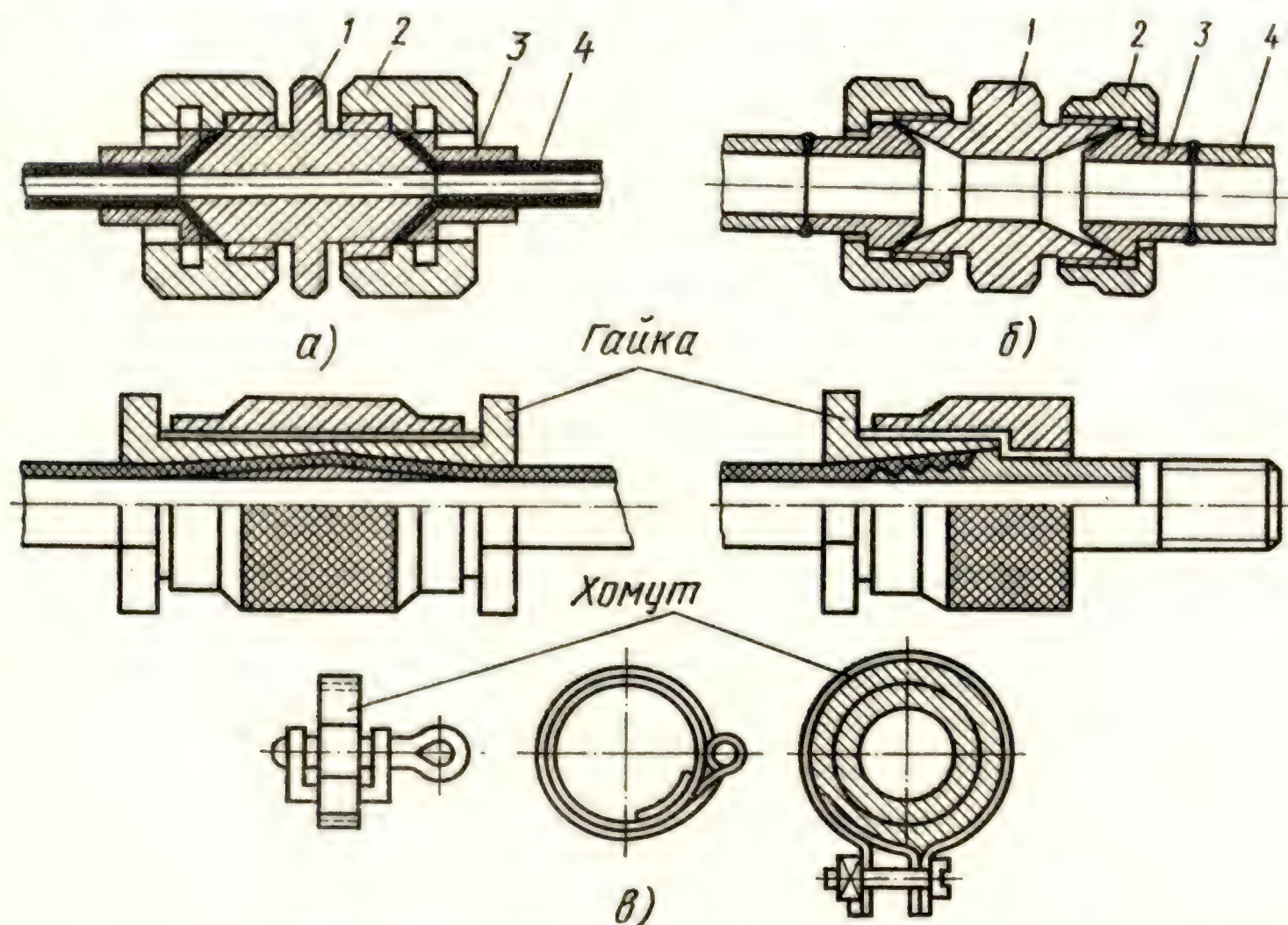


Рис. 140. Типовые соединения труб:

а — развальцовкой, б — с помощью штуцеров, в — гибким шлангом на штуцере; 1 — штуцер, 2 — гайка, 3 — ниппель, 4 — труба

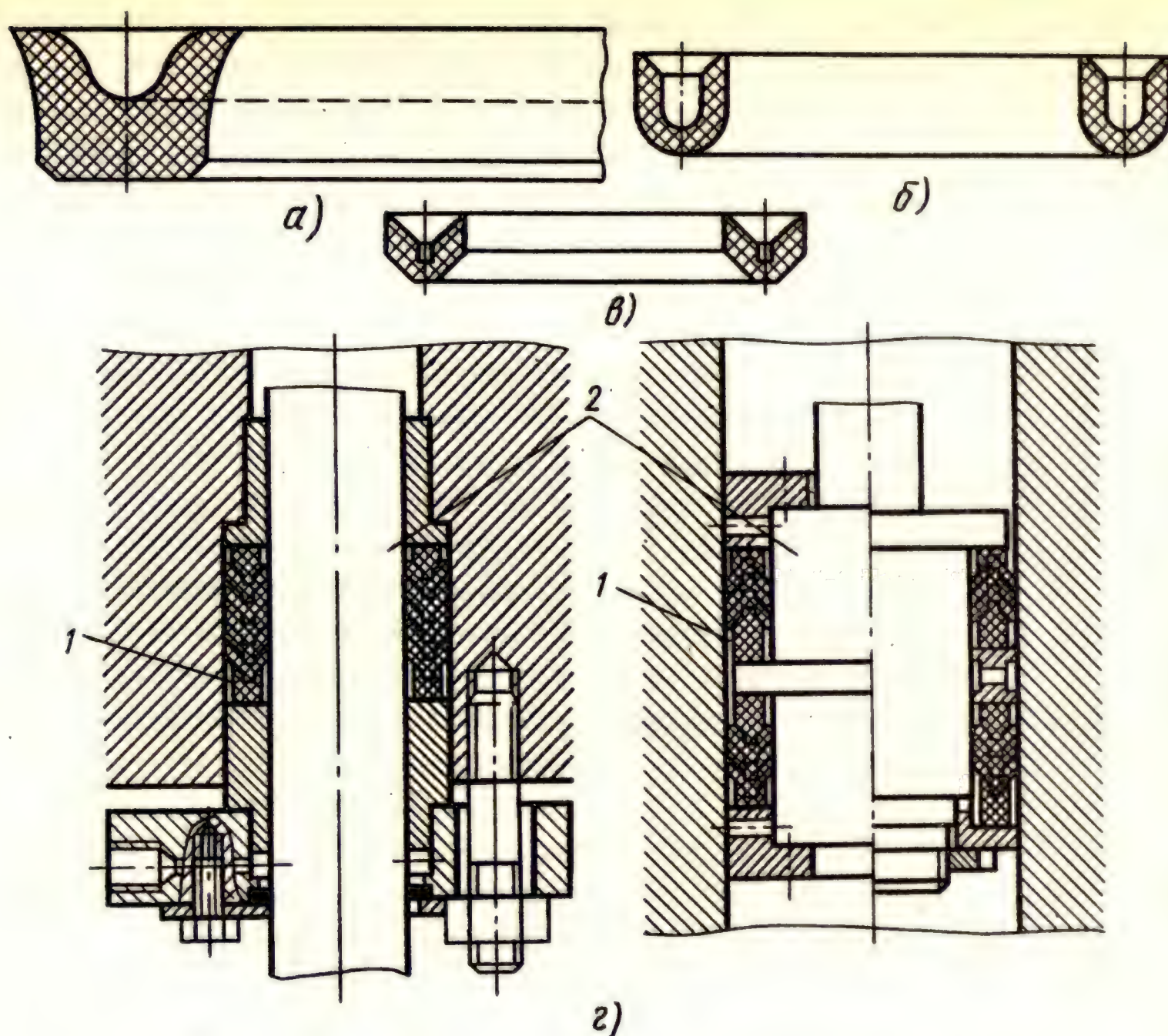


Рис. 141. Уплотнения силовых гидроцилиндров:
а...в — воротниковая, U-образная и шевронная манжеты, г — уплотнение сборочной единицы силового гидроцилиндра; 1 — уплотнение, 2 — плунжер (поршень)

материалом. В качестве набивочного материала применяют нити из асбеста, льняной или хлопчатобумажной пряжи, пробку, маслостойкую резину, асбест-графит. Поршневые кольца, вставленные в цилиндр, должны плотно, без просвета, прилегать к его зеркалу. Манжеты, применяемые в уплотнениях, выдерживают большие давления, причем, чем больше давление, тем больше надежность уплотнения. В зависимости от давления в гидросистеме используют различные манжеты: воротниковую (рис. 141, а) — при давлении до 32 МПа; U-образную резиновую (рис. 141, б) — при давлении до 0,6 МПа; шевронную резинотканую (рис. 141, в) — при давлении до 50 МПа. Плунжер (поршень) 2 уплотняют с помощью специальных уплотнений 1 (рис. 141, г).

§ 5. ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОСИСТЕМЫ

Герметичность системы проверяют наружным осмотром. Определение утечек производится при максимально допустимой температуре рабочей жидкости, т. е. ее минимальной вязкости. Параметры элементов гидросистемы контролируют на

специальных стендах, оснащенных установками для фильтрации и охлаждения рабочей жидкости. Непрерывный контроль давления в системе осуществляется с помощью манометров (не ниже 4-го класса). Для снятия характеристик при проверке элементов гидросистем применяют более точные манометры.

Испытание насосов осуществляют на стенде, схема которого показана на рис. 142, а. Во время испытания определяют подачу, приведенную мощность и объемный КПД насоса при номинальной частоте вращения с номинальным давлением; отклонение номинальной частоты вращения от действительной не должно превышать 5 %.

Объемный КПД определяют по формуле $\eta_{н.об} = Q_{п.н} / Q_0$, где $Q_{п.н}$ — подача насоса при номинальном давлении; Q_0 — подача насоса при минимально возможном давлении в нагнетательной магистрали (значения обеих подач насоса должны быть определены при одинаковой частоте вращения).

Предохранительный клапан 8 при испытаниях настраивают на давление, составляющее 1,25 номинального.

Испытание гидромоторов осуществляют на стенде, схема которого показана на рис. 142, б. Во время испытания определяют расход жидкости, крутящий момент и объемный КПД при номинальных давлении и частоте вращения.

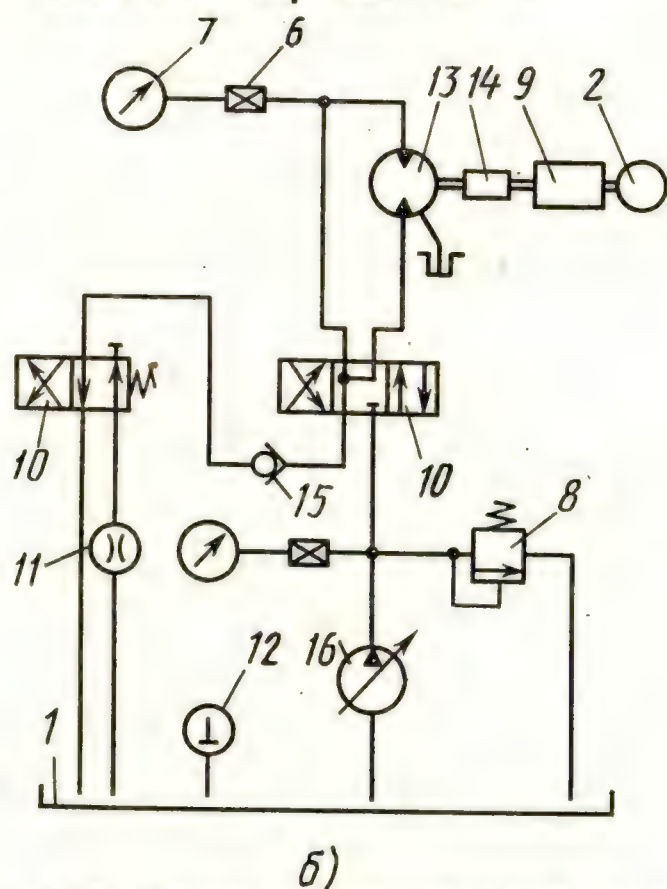
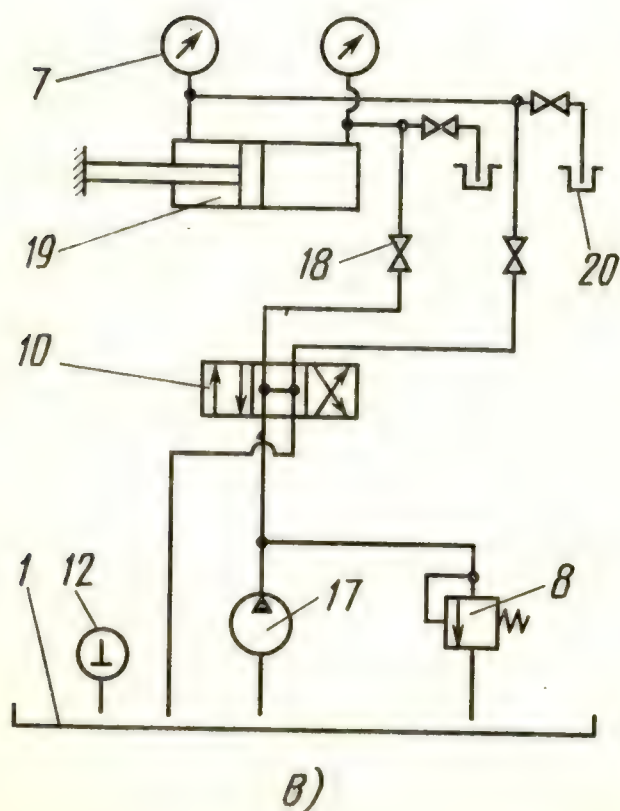
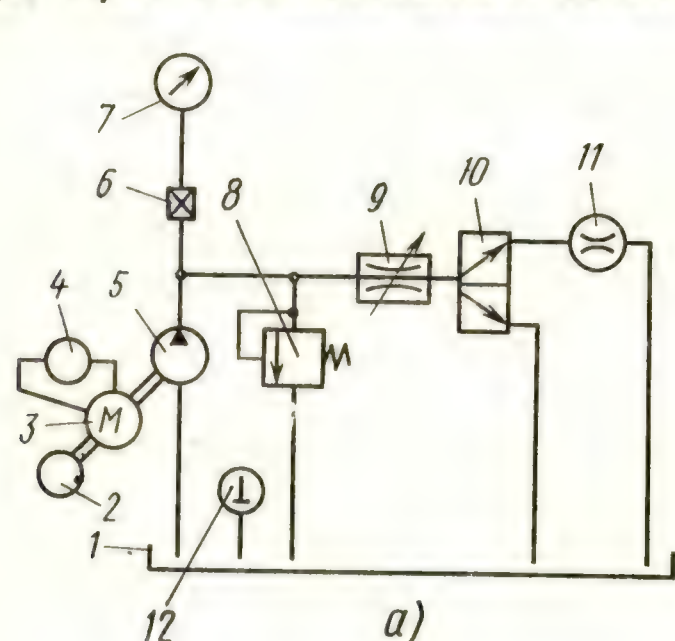


Рис. 142. Схемы испытательных стендов для проверки элементов гидропривода:

а — нерегулируемого насоса, б — гидромотора, в — гидроцилиндра; 1 — бак, 2 — тахометр, 3 — электродвигатель, 4 — ваттметр, 5 — испытуемый насос, 6 — кран, 7 — манометр, 8, 15 — предохранительный и подпорный клапаны, 9 — нагрузочное устройство, 10 — распределитель, 11 — расходомер, 12 — термометр, 13 — испытуемый гидромотор, 14 — измеритель крутящего момента, 16, 17 — регулируемые насосы, 18 — вентиль, 19 — испытуемый гидроцилиндр, 20 — мерное устройство

Объемный КПД определяют по формуле $\eta_{м.об} = \frac{V_{о.м} n_v}{Q_{п.м} + Q_{ут.н}}$,

где $V_{о.м}$ — рабочий объем гидромотора, см³/об; n_v — частота вращения вала гидромотора, об/мин; $Q_{п.м}$ — расход рабочей жидкости, см³/мин; $Q_{ут.н}$ — наружные утечки, см³/мин.

Испытание гидроцилиндров осуществляют на стенде, схема которого показана на рис. 142, в. Во время испытания определяют утечки в конечном и среднем положениях поршня при давлении, составляющем не менее 1,25 номинального, на 2-й минуте после остановки поршня и стабилизации давления. Время измерения утечек в каждом положении — не менее 2 мин.

Постепенно подавая жидкость в одну из полостей цилиндра при постепенном увеличении давления до давления страгивания, определяют значение последнего. Давление холостого хода определяют после страгивания подачей рабочей жидкости в одну из полостей цилиндра (движение поршня должно быть плавным).

§ 6. ПНЕВМОПРИВОДЫ

Ощие сведения. Широкое применение при автоматизации и механизации технологических процессов находят пневматические приводы и системы управления. Рабочим телом в них является сжатый воздух, представляющий собой механическую смесь кислорода и азота с другими газами, содержащимися в воздухе в незначительных количествах. Состояние сжатого воздуха характеризуется давлением, температурой и плотностью. (Д а в л е н и е — сила, действующая по нормали на единицу площади поверхности. За нормальное атмосферное принято давление, эквивалентное давлению ртутного столба высотой в 760 мм. За единицу давления принят паскаль; 1 Па = Н/м². П л о т н о с т ь — масса единичного объема вещества.)

Компрессоры. Для питания системы сжатым воздухом используют компрессоры. В зависимости от конструкции и принципа действия различают поршневые, ротационные и центробежные компрессоры. В зависимости от условий эксплуатации компрессоры могут быть стационарными (установленными на неподвижном фундаменте) и передвижными (установленными на транспортных средствах). В машиностроении преимущественно применяют поршневые и центробежные компрессоры, сжимающие и подающие воздух под давлением 0,5...1 МПа; значение подачи таких компрессоров составляет до 100 м³/мин.

По принципу действия и чередованию циклов всасывания и нагнетания компрессоры аналогичны насосам. На рис. 143, а, б приведены схемы поршневых одноступенчатых компрессоров одно- и двустороннего действия. Поршневой компрессор имеет

открытый с одного конца цилиндр 4, в котором движется поршень 3, приводимый в движение кривошипно-шатунным механизмом. В крышке на левом торце цилиндра расположены всасывающие клапаны 2, открывающиеся в сторону поршня, и нагнетательный клапан 1, открывающийся в сторону нагнетательного трубопровода.

Работа компрессора ясна из рисунка и не требует дополнительных пояснений; сборка его отдельных узлов в целом аналогична сборке механизмов преобразования движения (гл. 10, § 2 и 3).

Воздухосборники и воздухопроводы. Воздухосборник, или ресивер (рис. 144), устанавливают, как правило,

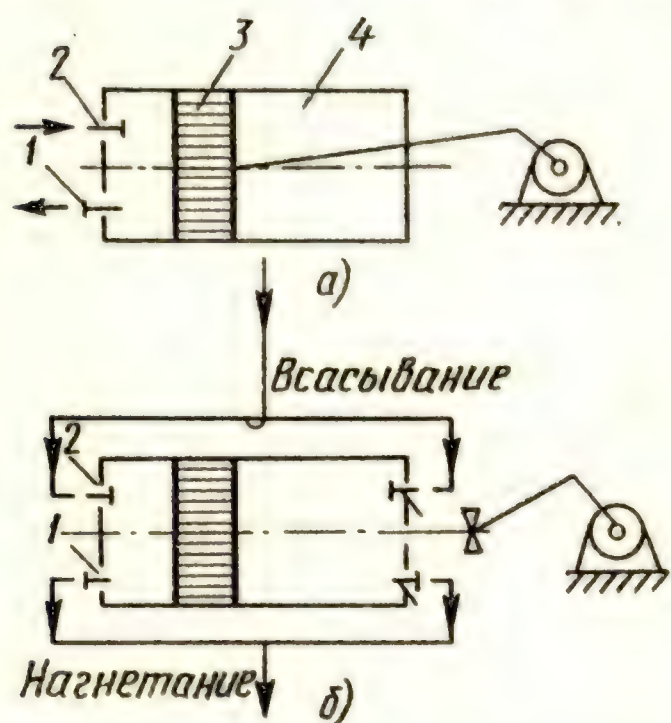


Рис. 143. Схемы компрессоров: а — поршневого одноступенчатого одностороннего действия, б — поршневого одноступенчатого двустороннего действия; 1 — нагнетательный клапан, 2 — всасывающие клапаны, 3 — поршень, 4 — цилиндр

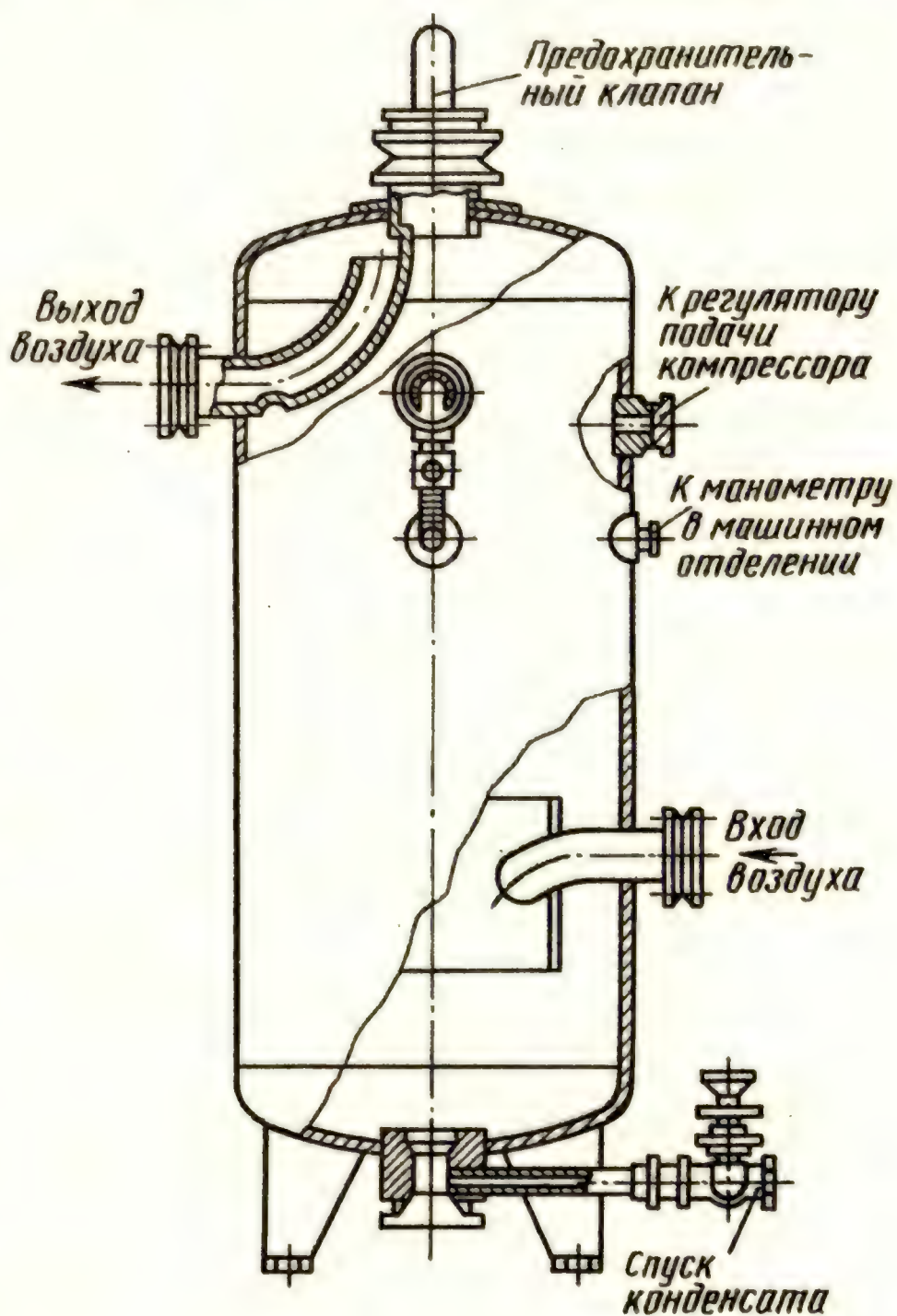


Рис. 144. Устройство воздухо-сборника

между компрессором и воздухопроводной цепью. Он служит для снятия пульсаций потока поступающего от компрессора сжатого воздуха, создания запаса последнего, отделения от него влаги и масла. Для улучшения очистки от влаги и масла сжатый воздух подводится в воздухосборник в средней его части (см. рис. 144), а трубопровод внутри кожуха воздухосборника отгибается книзу. Объем воздухосборника определяют в соответствии с подачей компрессора.

Для обеспечения подачи воздуха от воздухосборника к эле-

ментам пневмосистемы применяют воздуховоды — жесткие и эластичные.

Устройство пневмопривода. Пневматический привод состоит из пневматического двигателя и различной аппаратуры — для подготовки воздуха, регулирования его давления и расхода, изменения направления движения сжатого воздуха в системе.

На рис. 145 показаны конструкции пневмодвигателей, которые наиболее часто применяют в пневматических системах. Поршневые двигатели одностороннего (рис. 145, а) и двустороннего (рис. 145, б) действия позволяют сообщить исполнительному органу движение на достаточно большие расстояния. В двигателях одностороннего действия прямой ход осуществляется под воздействием сжатого воздуха, а обратный — под воздействием пружины. В двигателях двустороннего действия как прямой, так и обратный ход осуществляются с помощью сжатого воздуха.

Диафрагменный двигатель (рис. 145, в) имеет резиновую диафрагму 1, закрепляемую в корпусе по наружному диаметру с помощью крышки, а по внутреннему — на поршне. Прямой ход в этом двигателе также осуществляется за счет сжатого воздуха, а обратный — в зависимости от принципа действия, т. е. с помощью или пружины, или сжатого воздуха. Масло, появляющееся в результате утечки, сливается через отверстие 2.

Аппаратура подготовки воздуха служит для повышения надежности работы пневмосистемы. Воздух, подаваемый в пневмосистему, предварительно необходимо очищать от загрязнений и насыщать маслом для обеспечения смазывания трущихся частей. С этой целью применяют фильтры-влагоотделители и маслораспылители.

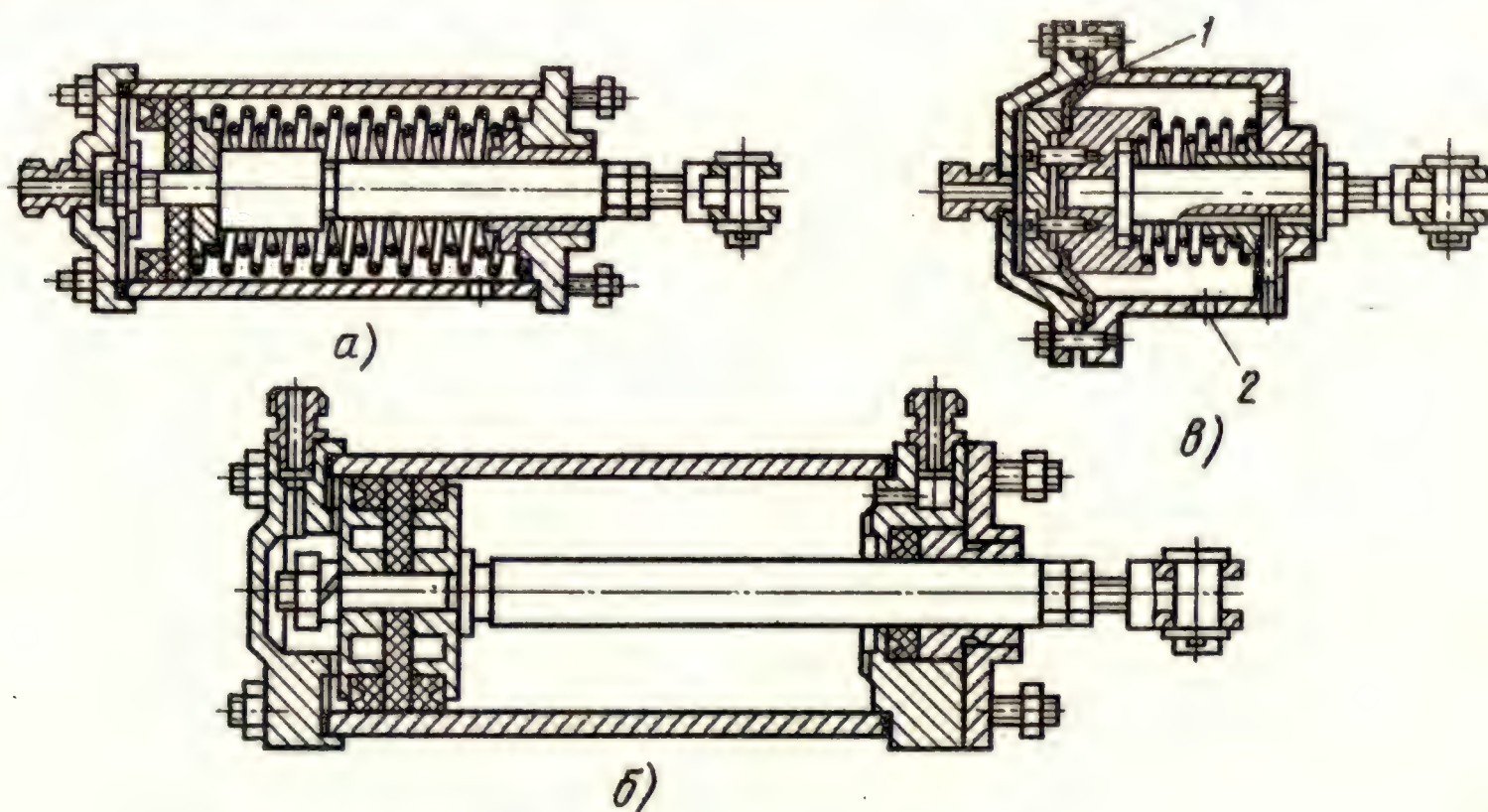


Рис. 145. Пневмодвигатели:

а — поршневой одностороннего действия, б — поршневой двустороннего действия, в — диафрагменный; 1 — диафрагма, 2 — отверстие для отвода утечек масла

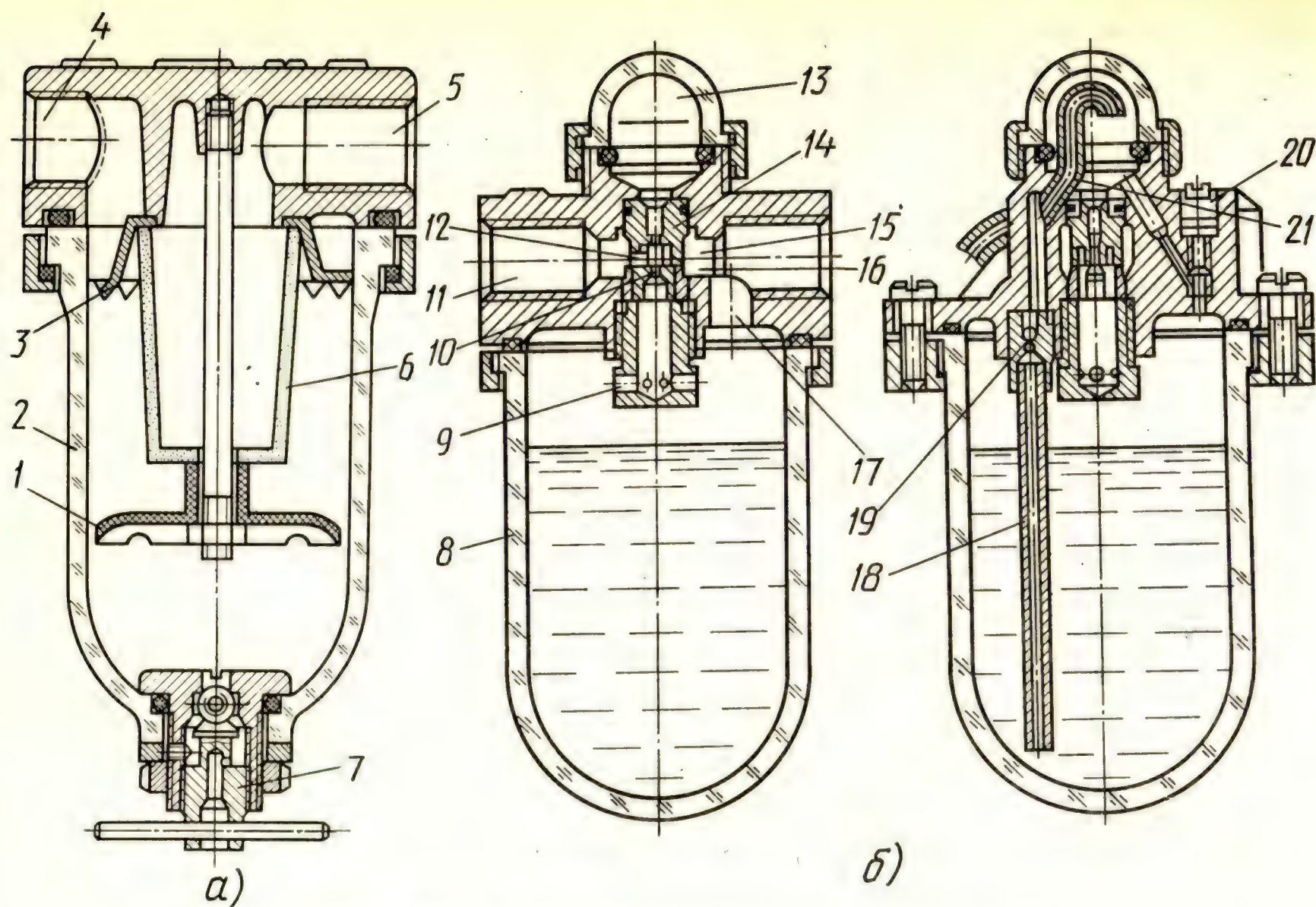


Рис. 146. Аппаратура подготовки воздуха:

а — фильтр-влажготделитель, б — маслораспылитель; 1 — заслонка, 2 — стакан, 3 — отражатель, 4, 5, 11, 14, 15 — отверстия подвода и отвода воздуха, 6 — фильтр, 7 — пробка, 8 — резервуар, 9, 12, 16, 17 — каналы, 10 — щель, 13 — полость, 18, 21 — трубки, 19 — шаровой клапан, 20 — дроссель

Фильтр-влажготделитель (рис. 146, а) устанавливают на входе пневматической системы. Подвод к нему сжатого воздуха осуществляется через отверстие 4, затем воздух проходит через щели отражателя 3 в полость стакана 2. Частицы воды под действием центробежных сил отбрасываются к стенкам стакана, где они собираются в капли и стекают в спокойную зону, отделенную от остальной части стакана заслонкой 1. Стакан изготовлен из прозрачного материала, что позволяет следить за уровнем конденсата и производить его своевременный выпуск через сливное отверстие с пробкой 7. Очищенный воздух, проходя через металлокерамические фильтры 6, очищается от механических примесей и поступает к выходному отверстию 5. Вместе с конденсатом из фильтра удаляют и механические примеси.

Маслораспылитель обеспечивает насыщение очищенного сжатого воздуха дисперсными частицами масла для смазывания трущихся деталей пневмопривода. Сжатый воздух подводится к маслораспылителю через отверстие 11. В маслораспылителе поток разделяется на две части. Основная его часть направляется через щель 10 к выходному отверстию 15, а оставшаяся последовательно проходит через каналы 9, 12, 16 и 17. При полностью открытом дросселе давления воздуха в резервуаре 8

и полости 13 одинаковы, поэтому масло из трубки 21 не поступает. В процессе перекрытия дросселя 20 давление в полости 13 по сравнению с давлением в резервуаре 8 уменьшается, вследствие чего масло, поднимаясь по трубке 18, отжимает шарик шарового клапана 19 и по трубке 21 попадает в полость 13.

Так как в зоне отверстия 15, расположенного после кольцевой щели, также происходит местное падение давления, масло в виде капель вытекает из трубки 21, проходит через отверстие 14 и распыляется в поток сжатого воздуха. В основном потоке воздуха масло подвергается вторичному распылению и попадает в пневмосистему в виде мельчайших частиц.

Маслораспылители устанавливают в пневмосистему только при необходимости обеспечения ее надежного смазывания, так как их использование загрязняет воздух.

Контрольные вопросы

1. В чем различие между функциональной и принципиальной гидравлическими схемами?
2. За счет чего обеспечивается очистка масла в фильтре?
3. Почему наиболее широкое распространение в гидроприводах получили шестеренчатые насосы?
4. Чем объяснить, что в последнее время вместо шестеренчатых начинают применять винтовые насосы?
5. В чем особенность конструкции гидродвигателя качательного движения?
6. С помощью каких устройств осуществляется изменение скорости движения исполнительного механизма?
7. Как регулируют давление жидкости в гидравлической системе?
8. От чего зависит выбор способа уплотнения элементов гидросистемы?
9. Почему необходима предварительная очистка сжатого воздуха и его насыщение маслом перед подачей в пневмосистему?

ГЛАВА 12

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ СБОРКИ.

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

§ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ

Существуют два принципиально различных метода организации процесса сборки — без расчленения и с расчленением сборочных работ.

Сборку изделий без расчленения сборочных работ производит от начала и до конца один работающий, который должен иметь высокую квалификацию. Этот метод, отличающийся высокой трудоемкостью, применяют только в единичном и опытном производстве.

На практике значительно чаще применяют метод сборки с расчленением сборочных работ. В этом случае количество рабочих, осуществляющих сборку, может быть достаточно большим, а конечный результат работы зависит от каждого участника сборочного процесса. При такой организа-

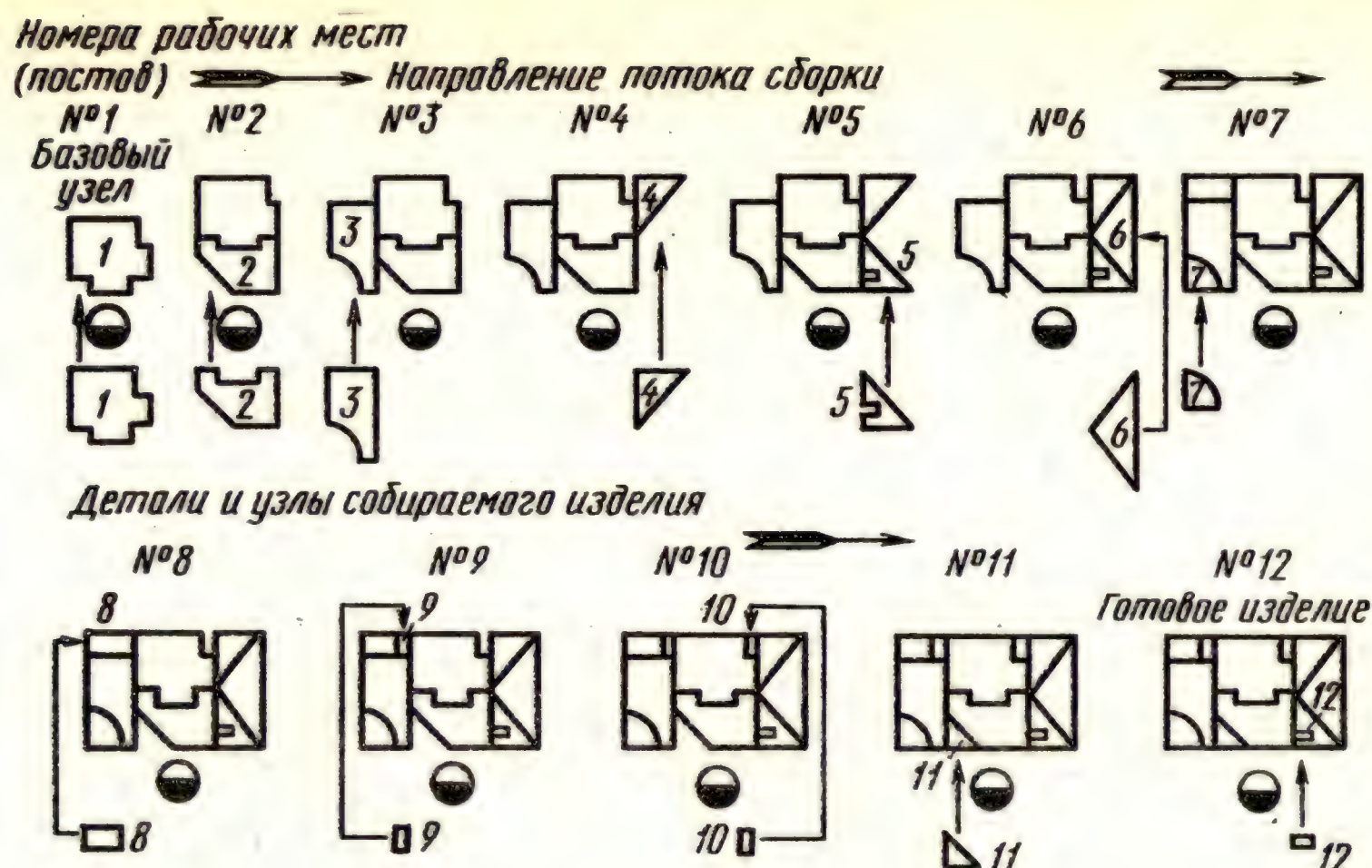


Рис. 148. Схема поточной сборки

процесс должен быть построен таким образом, чтобы операционное время каждой операции было близким или кратным времени такта сборки, что необходимо для синхронизации операций, т. е. для приведения операционного времени в соответствие с тактом сборки. Так, например, если операционное время сборки превышает время такта последней в 2 раза, то сборка должна быть организована на двух рабочих местах.

Поточная сборка с использованием конвейера осуществляется при его непрерывном или прерывистом движении. Скорость движения конвейера (м/мин) определяется по формуле $V = l/\tau$, где l — расстояние между двумя соседними местами, м; τ — такт сборки, мин.

Количество рабочих мест в потоке определяется количеством сборочных и контрольных операций при сборке конкретного изделия; учитывается также количество резервных мест, предусмотренных проектом.

Производительность труда на рабочем месте сборщика определяется из условия $N_c = TR/t_{шт}$, где N_c — число изделий, собираемых за расчетный период (час, смена); T — расчетный фонд времени, мин; R — число рабочих на сборочном месте; $t_{шт}$ — штучное время для сборочной операции на рассматриваемом рабочем месте, мин.

Продолжительность (мин) поточной сборки $T_n = n_m \tau$, где n_m — число рабочих мест в потоке.

Коэффициент загрузки рабочего места $\eta_m = t_{шт}/\tau R$.

Поточная сборка в результате дифференциации технологического процесса позволяет: повысить степень специализации рабочих; увеличить производительность их труда за счет механи-

зации сборочных мест; сократить продолжительность сборочных работ и снизить их себестоимость.

При организации подвижной поточной сборки требуется слаженная работа всех смежных и обслуживающих поточную линию участков (снабжение заготовками, инструментом, техническое обслуживание оборудования).

§ 3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ОБЩЕЙ СБОРКЕ

Для обеспечения нормального и бесперебойного процесса сборки необходимо проведение ряда организационно-технических мероприятий:

организация промежуточных магазинов, обеспечивающих сборочные участки деталями в случае перебоя поступления последних из механических цехов;

возможно более широкое внедрение механизации в сборочное производство с целью сокращения и замены ручного труда;

организация рабочего места в соответствии с требованиями научной организации труда;

широкое применение приспособлений при выполнении сборочных работ с целью повышения производительности труда и качества сборки.

Механизация и автоматизация слесарно-сборочных работ являются основными направлениями научно-технического прогресса в сборочном производстве, облегчающими и улучшающими условия труда рабочих, повышающими его производительность, эффективность и качество.

В зависимости от степени замены ручного труда механизированным различают частичную и полную механизацию.

При частичной, или малой, механизации механизировются лишь отдельные операции, а основная масса работ выполняется вручную или с помощью специальных приспособлений. К средствам малой механизации слесарно-сборочных работ относятся простейшие механизмы, обеспечивающие закрепление деталей в процессе сборки (гайковерты, прессы и т. д.).

При комплексной, или полной, механизации ручной труд полностью заменяется механизированным. Комплексная механизация охватывает все этапы сборочного производства — подготовку деталей к сборке, слесарные и сборочные операции, покраску, консервацию, технический контроль и упаковку. Наибольший эффект комплексная механизация дает в тех случаях, когда на всех технологических операциях применяют машины и механизмы, дополняющие друг друга и близкие по своему техническому уровню.

Автоматизация слесарно-сборочных работ может быть частичной, комплексной и полной.

При частичной автоматизации часть работ выполняется с помощью автоматизированных технических средств,

а часть — с применением механизированного инструмента и приспособлений.

При комплексной автоматизации, являющейся высшей формой механизации, производственный участок действует как единый взаимосвязанный автоматический комплекс.

При полной автоматизации производство является комплексно автоматизированным и функционирует без непосредственного участия человека.

Организация рабочего места. Правильная организация рабочего места сборщика заключается в оснащении его высокопроизводительным оборудованием, приспособлениями и инструментами, необходимым инвентарем, подъемно-транспортными средствами и др.

Планировка рабочего места слесаря-сборщика отличается большим разнообразием и зависит от характера производства. Один из типовых вариантов планировки рабочего места бригады слесарей-сборщиков для условий единичного и мелкосерийного производства показан на рис. 149.

§ 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

При правильной организации рабочее место слесаря-сборщика должно быть оснащено необходимым вспомогательным оборудованием. Для размещения деталей, поступающих на сборку, применяют стеллажи, которые могут выполняться в виде полок на каркасе, открытых ящиков-ячеек или подставок. Стеллажи следует размещать таким образом, чтобы они не препятствовали перемещению рабочих и транспортных средств, но при этом путь рабочего от стеллажа до рабочего места должен быть по возможности более коротким. Стеллажи должны изготавливаться в соответствии с конструкциями деталей, для хранения которых они предназначены. Так, например, стеллажи для хранения валов изготавливают в виде пирамид, в которых валы крепят в подвешенном состоянии в специальных гнездах. Кроме того, стеллаж должен обеспечивать такую установку деталей, при которой каждую из них можно было легко отыскать.

Корпусные, а также другие детали большой массы следует размещать на невысоких подставках, имеющих деревян-

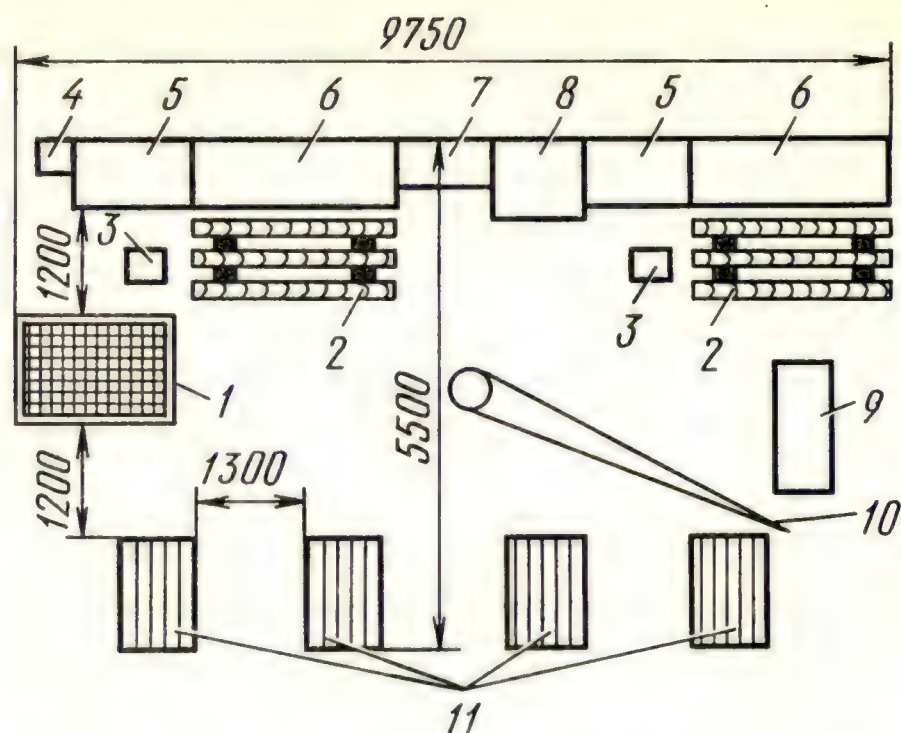


Рис. 149. Типовая планировка рабочего места бригады слесарей-сборщиков:

1 — подставка для деталей, 2 — решетки под ноги, 3 — подъемно-поворотные стулья, 4 — урна, 5, 11 — столы, 6 — слесарные двухтумбовые верстаки, 7 — двухсекционный шкаф, 8 — стол для технической документации, 9 — стеллаж, 10 — консольно-поворотный кран

ный настил с параллельными брусьями для предупреждения ударов деталей друг о друга. Такие подставки на невысоких ножках можно перевозить вместе с деталями на тележках.

Для хранения мелких деталей на рабочих местах (болты, винты, гайки, заклепки и т. д.) используют металлические ящики.

При сборке крупногабаритных изделий нередко приходится работать на высоте. Если высота не превышает 5 м, применяют стремянки и приставные лестницы. Для создания более комфортных условий труда при сборке часто используют снабженные колесами передвижные лестницы-площадки высотой 2...4 м; в случае необходимости их можно устанавливать на рабочем месте. Такая оснастка в большинстве случаев имеет сборно-разборную конструкцию и состоит из нормализованных элементов, что позволяет осуществлять ее перекомпоновку при сборке различных изделий.

Для удобства сборки крупногабаритных изделий на большой высоте используют механизированный помост с переходными площадками (рис. 150, а). Помост монтируют на заданной высоте на подставке 7. Подъем рабочего-сборщика осуществляется с помощью подъемных площадок 4, которые перемещаются по стойкам 5 с помощью цепной передачи 3, приводимой в движение от электродвигателя 2. Стойки, служащие для перемещения подъемных площадок, монтируют на основании 1. После подъема на заданную высоту рабочий-сборщик с подъемной площадки переходит через переходную площадку 6 на помост, на котором и производятся сборочные работы.

В случае отсутствия специальной организационной оснастки при сборке крупногабаритных изделий можно применять разборные леса различных конструкций (рис. 150, б), позволяющие вести работу на разных уровнях собираемого объекта. Разборные леса состоят из стоек 12, которые монтируют на основании — башмаках 8 — и соединяют между собой с помощью рамы, 9, имеющей форму правильной трапеции. Для соединения стоек 12 с рамой 9 предусмотрены проушины 16. На рамах 9 устанавливают рабочие площадки, представляющие собой трапециевидные щиты 13. В целях обеспечения безопасности работ площадки лесов имеют ограждения 10, устанавливаемые в гнезда 11, размещенные на стойках 12. Устойчивое положение рам и соединительных стоек достигается с помощью соответственно крестовины 14 и планки 15. Ярусы лесов соединяются между собой лестницами 17 (рис. 150, в).

На объектах округлой формы предложенные леса не требуют переналадки элементов и изготовления дополнительных деталей (см. рис. 150, в).

Контрольные вопросы

1. Чем отличается сборка с расчленением сборочных работ от сборки без их расчленения?
2. Каково преимущество сборки бригадным методом?

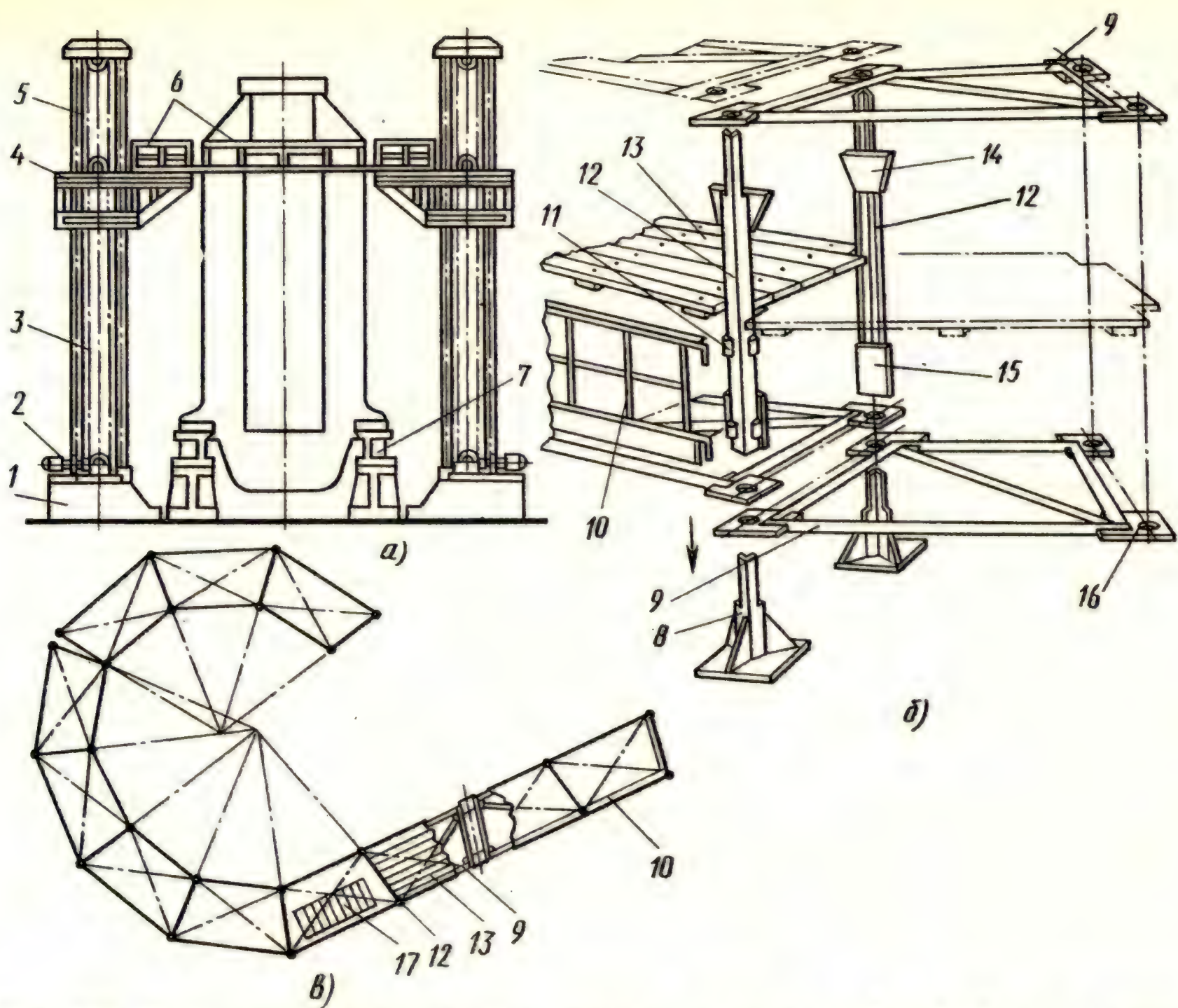


Рис. 150. Организационная оснастка, применяемая при общей сборке крупногабаритных изделий:

а — помост с переходными площадками, б, в — разборные леса; 1, 8 — основания, 2 — электродвигатель, 3 — цепная передача, 4 — подъемная площадка, 5, 12 — стойки, 6 — переходная площадка, 7 — подставка, 9 — рамы, 10 — ограждение, 11 — гнездо для крепления ограждения, 13 — щит, 14 — крестовина, 15 — планка, 16 — проушина, 17 — лестница

3. Чем характеризуется метод поточной сборки и в каких случаях его применяют?

4. Какими способами перемещается в процессе поточной сборки собираемое изделие?

5. Какие организационные мероприятия должны быть проведены при общей сборке машин?

6. Какие формы механизации и автоматизации производства вы знаете?

7. Каким вспомогательным оборудованием оснащают сборочные цеха?

ГЛАВА 13

ИСПЫТАНИЕ, ОТДЕЛКА И УПАКОВКА МАШИН ПОСЛЕ СБОРКИ. УСТАНОВКА МАШИН НА РАБОЧЕЕ МЕСТО

§ 1. ИСПЫТАНИЯ АГРЕГАТОВ

Виды испытаний. По окончании сборки необходимо установить ее качество — правильность соединения деталей, их взаимодействия между собой и др. С этой целью в сборочных це-

хах производят контроль и испытание собранных агрегатов. Требования, предъявляемые при контроле, должны соответствовать техническим условиям, установленным на приемку готовой продукции. После окончательного контроля собранное изделие регулируют и испытывают. Испытания готовых агрегатов делят на три вида — приемочные, контрольные и специальные.

П р и е м о ч н ы е и с п ы т а н и я дают возможность выявить правильность взаимодействия отдельных деталей и сборочных единиц, качество их изготовления, производительность, расход масла и т. д. Показателями неудовлетворительной работы машины являются перерасход топлива, нагрев подшипников, стук и шум в отдельных сборочных единицах и быстрый износ некоторых деталей.

Если в результате приемочных испытаний выявились недостатки в работе агрегата, то после их устранения проводят повторные испытания, называемые к о н т р о л ь н ы м и и с п ы т а н и я м и.

С п е ц и а л ь н ы е и с п ы т а н и я, служащие для проверки работы новой машины и отдельных ее узлов, проводят на специальных стендах, которые в процессе испытаний можно регулировать. Стенды должны быть оборудованы необходимыми приборами, нагрузочными тормозами, трубопроводами и т. д. Специальные испытания проводят в двух режимах — на холостом ходу и под нагрузкой.

Испытания на холостом ходу позволяют проверить взаимодействие частей агрегата и приработку отдельных его деталей. Агрегат устанавливают на стенд и приводят во вращение сначала на малой частоте, наблюдая за работой отдельных частей, смазочной системы, состоянием трущихся поверхностей. Постепенно частоту вращения увеличивают до номинальной. Если агрегат работает нормально, испытания заканчивают.

Испытания под нагрузкой проводят с целью проверки эксплуатационных технических качеств машины. Их характер и продолжительность предусматриваются инструкционной картой. Во время испытаний наблюдают за температурой охлаждающей жидкости, давлением в смазочной системе, расходом топлива и т. д. Нагрузку в процессе испытаний постепенно изменяют с помощью тормозного устройства, доводя ее значение до номинального.

Какие-либо незначительные дефекты, обнаруженные в процессе испытаний под нагрузкой, по возможности устраняют непосредственно на стенде; более существенные дефекты ликвидируют на специальном ремонтном стенде. После устранения дефектов машину возвращают на повторные испытания.

Отрегулированная и проверенная машина поступает в отдел технического контроля (ОТК), а затем — на отделочные операции. Последовательность контроля качества собранного агрегата можно рассмотреть на примере металлорежущего станка (рис. 151, а...к) и токарного полуавтомата (табл. 3).

3. Проверка токарного полуавтомата на точность

Параметр, подлежащий проверке	Метод проверки и применяемые технические средства	Допуск на проверяемый параметр
Прямолинейность направляющих в вертикальной плоскости	На направляющие устанавливают универсальный мостик, на котором располагают уровень. Мостик с уровнем перемещают вдоль направляющих и определяют погрешность как половину разности между двумя предельными показаниями	0,04 мм на 1000 мм длины станины
Параллельность направляющих	Определяют так же, как и в предыдущем случае, только уровень устанавливают не параллельно, а перпендикулярно направляющим	0,04 мм на 1000 мм длины направляющих
Радиальное биение шпинделя	В отверстие шпинделя помещают эталонную деталь. Индикатор устанавливают на станине таким образом, чтобы его измерительная ножка касалась эталонной детали. Шпиндель приводят во вращение и по отклонению стрелки индикатора определяют радиальное биение	0,02 мм
Параллельность оси шпинделя направляющим станины	На универсальный мостик устанавливают индикатор и приводят его измерительную ножку в соприкосновение с эталонной деталью, закрепленной в коническом отверстии шпинделя. Измерения производят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях на длине 300 мм	0,02 мм на 300 мм длины
Осевое биение шпинделя	Индикатор устанавливают таким образом, чтобы его измерительная ножка касалась торцевой поверхности шпинделя у его периферии. Шпиндель приводят во вращение и по отклонению стрелки индикатора определяют осевое биение	0,02 мм
Параллельность перемещения пиноли задней бабки направляющим станины	Пиноль вдвигают в корпус задней бабки и закрепляют. Индикатор устанавливают на мостике, находящемся на станине, приводя ножку индикатора в контакт с пинолью по ее образующей. Пиноль выдвигают и по отклонению стрелки индикатора определяют отклонение от параллельности ее перемещения направляющим станины. Измерения производят в двух диаметрально противоположных плоскостях на длине 100 мм	0,02 мм на 100 мм длины
Совпадение осей отверстий шпинделя и пиноли задней бабки	В центрах передней и задней бабок устанавливают эталонный вал. Индикатор, помещенный на измерительном мостике, приводят в соприкосновение с эталонным валом и перемещают вдоль направляющих. По отклонению стрелки индикатора определяют отклонение от соосности шпинделя и пиноли задней бабки	0,03 мм на 1000 мм длины

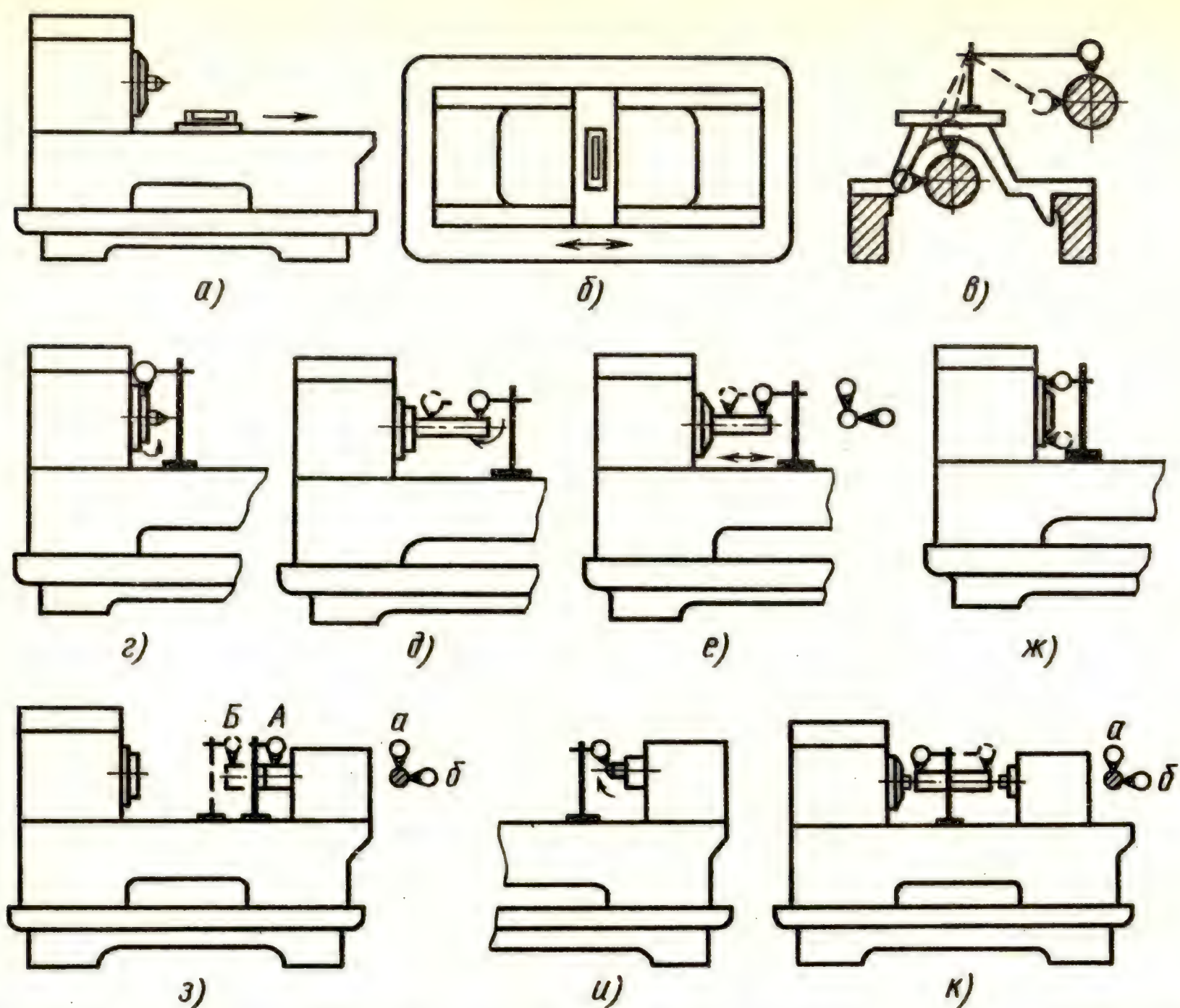


Рис. 151. Контроль качества сборки металлорежущего станка выполнением проверок:

а, б — плоскостности направляющих, в — параллельности направляющих оси шпинделя, г — радиального биения наружной поверхности шпинделя, д — радиального биения отверстия шпинделя, е — параллельности направляющих оси отверстия шпинделя, ж — торцевого биения шпинделя, з — параллельности оси отверстия задней бабки направляющим, и — радиального биения оси пиноли задней бабки, к — параллельности линии центров направляющим

Требования безопасности при сборке и испытании машин. Все работы, связанные с общей сборкой, должны производиться в соответствии с инструкцией по безопасности труда, действующей на предприятии. При испытании сборочных единиц и машин необходимо выполнять следующие требования безопасности:

перед началом испытаний следует тщательно проверить, не осталось ли в машине неустановленных деталей, инструмента, ветоши, которые могут явиться причиной несчастного случая или аварии машины во время испытаний;

только предварительно убедившись в исправности сборочной единицы или машины, можно давать сигнал к началу испытаний;

испытаниями должен руководить мастер или бригадир; пускать и останавливать машину можно только с их разрешения; запрещается выполнять указания лиц, не ответственных за проведение испытаний;

посторонним лицам, не имеющим отношения к испытаниям, запрещается находиться на испытательном стенде;

запрещается регулировать и смазывать машину на ходу;

вращающиеся части машин должны быть ограждены; снимать ограждения разрешается только после полной остановки машины;

во время испытаний следует строго руководствоваться соответствующей программой;

по окончании испытаний следует немедленно отключить электропривод и только после этого устранять обнаруженные дефекты.

§ 2. ОТДЕЛКА И УПАКОВКА МАШИН

Внешняя отделка и окраска машин является заключительной и весьма трудоемкой операцией общей сборки. Поверхность деталей перед окраской подвергают механической или химической очистке. Механическую очистку осуществляют с помощью дробеметных или пескоструйных аппаратов, пневматических молотков, пневматических или электрических шлифовальных машин, механических щеток. Химическую очистку производят с помощью растворов для травления, обезжиривания, фосфатирования в ваннах с паровым или электрическим подогревом. После очистки детали перед окраской промывают в моечных машинах, которые в ряде случаев оснащены и сушильными камерами.

Окраска предохраняет машины от коррозии и придает им декоративный вид. Процесс окраски состоит из очистки, обезжиривания, грунтования, шпаклевания, сушки шпаклеванных поверхностей и собственно окраски.

В зависимости от конкретных условий производства пользуются различными способами окраски.

1. Ручную окраску (кистью), отличающуюся высокой трудоемкостью, применяют в условиях единичного производства. При тщательном выполнении ручной окраски получают достаточно качественное покрытие.

2. Окраска распылением отличается от ручной большей производительностью и может применяться для нанесения защитных и декоративных покрытий на изделия различных габаритных размеров.

3. Окраска окунанием используется как правило, в серийном или массовом производстве. Этим способом окрашивают детали простой формы, окуная их в ванну и вынимая из нее. После стекания излишков краски деталь помещают в сушильную камеру.

4. Окраску обливанием применяют для крупногабаритных изделий с большой площадью поверхности. Этот способ может осуществляться как вручную, так и с использованием механизированного оборудования. Установка для механизированного

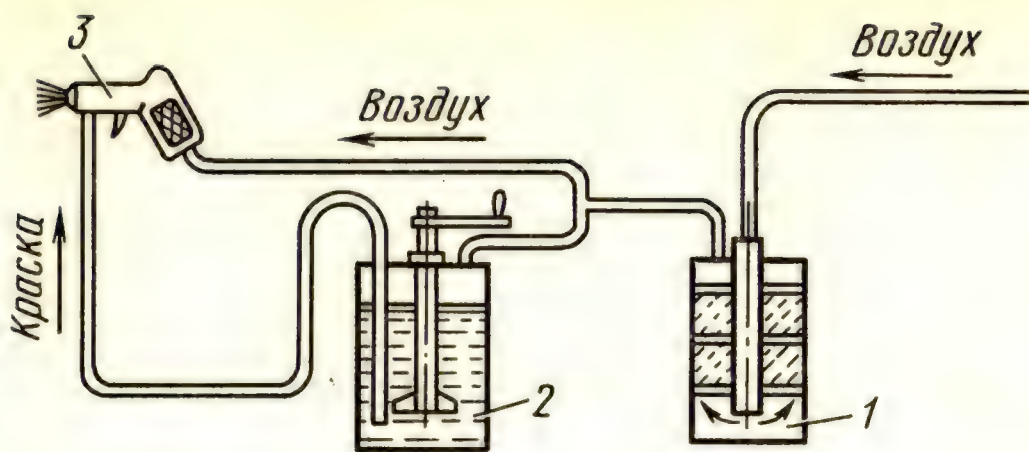


Рис. 152. Схема установки компрессорно-воздушного распыления:

1 — маслоотделитель, 2 — резервуар для краски, 3 — краскораспылитель

обливания имеет камеру с форсунками, направляющими краску на обрабатываемую деталь, и резервуар под камерой для сбора стекающей краски, которая фильтруется и вновь поступает к форсункам.

5. Окраску в барабанах, колоколах, автоматах и других специ-

альных установках применяют в массовом производстве. Этим способом окрашивают мелкие детали.

В промышленности наиболее распространенным способом нанесения лакокрасочных покрытий является окраска распылением. Оборудование, применяемое для окраски распылением, можно разделить на три основные группы: 1) установки компрессорно-воздушного распыления; 2) установки безвоздушного распыления; 3) установки для распыления в электростатическом поле.

Установка компрессорно-воздушного распыления (рис. 152) состоит из резервуара 2 для лакокрасочного материала, маслоотделителя 1, обеспечивающего очистку воздуха от влаги и масла (см. гл. 11), компрессора, подающего сжатый воздух (на схеме не показан), и краскораспылителя 3.

В установках безвоздушного распыления лакокрасочный материал подогревают до $70...100^{\circ}\text{C}$ и под давлением $4,5...6\text{ МПа}$ подают к специальному распылительному устройству. По сравнению с пневматическим безвоздушное распыление позволяет улучшить качество окраски и снизить на $20...30\%$ (за счет снижения потерь на образование тумана) расход лакокрасочных материалов, а также растворителя.

Окрашивая изделия в электростатическом поле, краску вводят в пространство между наконечниками распылителя или системой проводников, соединенных с отрицательным полюсом источника тока высокого напряжения, и заземленным изделием. Мелкораспыленные нейтральные частицы краски, попадая в электрическое поле высокого напряжения, заряжаются отрицательно и направляются в сторону положительно заряженного изделия. Этот способ позволяет полностью механизировать технологический процесс окраски и улучшить его санитарно-гигиенические условия.

После окраски детали, сборочные единицы или машину подвергают сушке одним из следующих способов:

разогретым до $55...220^{\circ}\text{C}$ воздухом в специальных камерах; лучистой энергией от специальных рефлекторов, в которых в качестве источника теплоты используют специальные лампы

(производительность рефлекторной сушки в 3...5 раз превышает производительность сушки подогретым воздухом);

токами высокой частоты (ТВЧ); способ применяют в массовом производстве;

инфракрасным излучением; способ применяют для сушки деталей, покрытых цветными эмалями.

Выбор способа сушки зависит от условий производства и применяемых лакокрасочных материалов. Наибольшее распространение для сушки изделий получили конвекционные и терморегуляционные сушильные камеры.

В конвекционных сушильных камерах сушка производится при непосредственной передаче теплоты от циркулирующего горячего воздуха, нагреваемого паром, горячей водой или топочным газом. Поверхности изделия обдуваются горячей газозоудушной смесью, которая подается в сушильную камеру с помощью вентилятора.

В терморегуляционных сушильных камерах обогрев осуществляется за счет инфракрасного излучения. В качестве источников излучения используют: электролампы, имеющие форму сферических или параболических колб, внутренняя поверхность которых покрыта тонким слоем серебра; трубчатые электронагреватели (ТЭН) с алюминиевыми рефлекторами; панельно-клеточные нагреватели, в которых источником излучения является металлическая стенка, нагретая газовой горелкой или металлической спиралью.

Консервация и упаковка. Часто машины и агрегаты поступают в эксплуатацию не сразу после сборки, причем продолжительность периода до ввода в эксплуатацию может быть довольно значительной. Чтобы предохранить детали и сборочные единицы от коррозии в этот период, их подвергают консервации. Стандартом предусмотрены различные способы консервации, учитывающие конструктивные особенности машины, материал, из которого изготовлены ее детали, условия и сроки хранения, климатические и другие факторы. Основными из этих способов являются следующие:

нанесение на всю или часть поверхности машины слоя смазки или ингибитора;

упаковки в ингибиторную бумагу;

помещение в атмосферу, насыщенную парами ингибитора;

помещение в герметичный пленочный мешок с силикагелем или инертной атмосферой;

упаковка в термоусаживаемую пленку.

Упаковка машины или ее частей служит для предохранения их от механических повреждений и атмосферных воздействий. Обычно для упаковки используют деревянные ящики, обитые внутри водонепроницаемой бумагой. Машины больших размеров отправляют потребителю в разобранном виде. При решении вопроса о разборке необходимо учитывать наличие подъемно-транспортных средств — собственных и потребителя.

§ 3. УСТАНОВКА МАШИН НА РАБОЧЕЕ МЕСТО

Тяжелые машины устанавливают на фундамент, который может служить или только основанием, т. е. опорной частью оборудования, или быть жестко с ним связанным и благодаря этому обеспечивать оборудованию дополнительные устойчивость и жесткость.

Фундамент представляет собой бетонную, бутовую или кирпичную кладку, закрепляемую в грунте. Назначение фундамента — воспринимать нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации машины. Кроме того, фундамент обеспечивает быструю, точную и надежную установку машины на рабочее место. Площадь фундамента, его размеры и масса определяются соответственно опорной площадью, размерами и массой устанавливаемого на него оборудования.

При установке оборудования на фундамент необходимо руководствоваться соответствующими инструкциями, монтажными чертежами, техническими условиями.

Установку оборудования на фундамент осуществляют различными способами (рис. 153, а...д).

Установку оборудования с помощью регулировочных винтов (рис. 153, а) осуществляют следующим образом:

опорные пластины 2 размещают на фундаменте 1 в соответствии с расположением регулировочных винтов 3 в опорной части 6 оборудования;

в опорную часть 6 оборудования устанавливают регулировочные винты 3 со стопорными гайками 4;

вращая регулировочные винты 3, выставляют оборудование в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

после этого положение регулировочных винтов фиксируют стопорными гайками 4;

затягивают фундаментные болты 5;

регулировочные винты 3 с гайками 4 после затяжки фундаментных болтов удаляют, а отверстия под них закрывают резьбовыми пробками-заглушками.

Выверку оборудования с помощью установочных гаек 11 (рис. 153, б) производят с использованием упругих элементов — тарельчатых шайб 10:

регулировочную гайку 11 и тарельчатую шайбу 10 устанавливают на фундаментные болты 8, предварительно заделанные в фундамент 12;

вращая установочную гайку 11, регулируют положение опорной части устанавливаемого оборудования 9 в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

закрепляют оборудование крепежными гайками 7.

Установку оборудования на наборных металлических прокладках (рис. 153, в) применяют в тех случаях, когда не предусмотрены регулировочные винты и

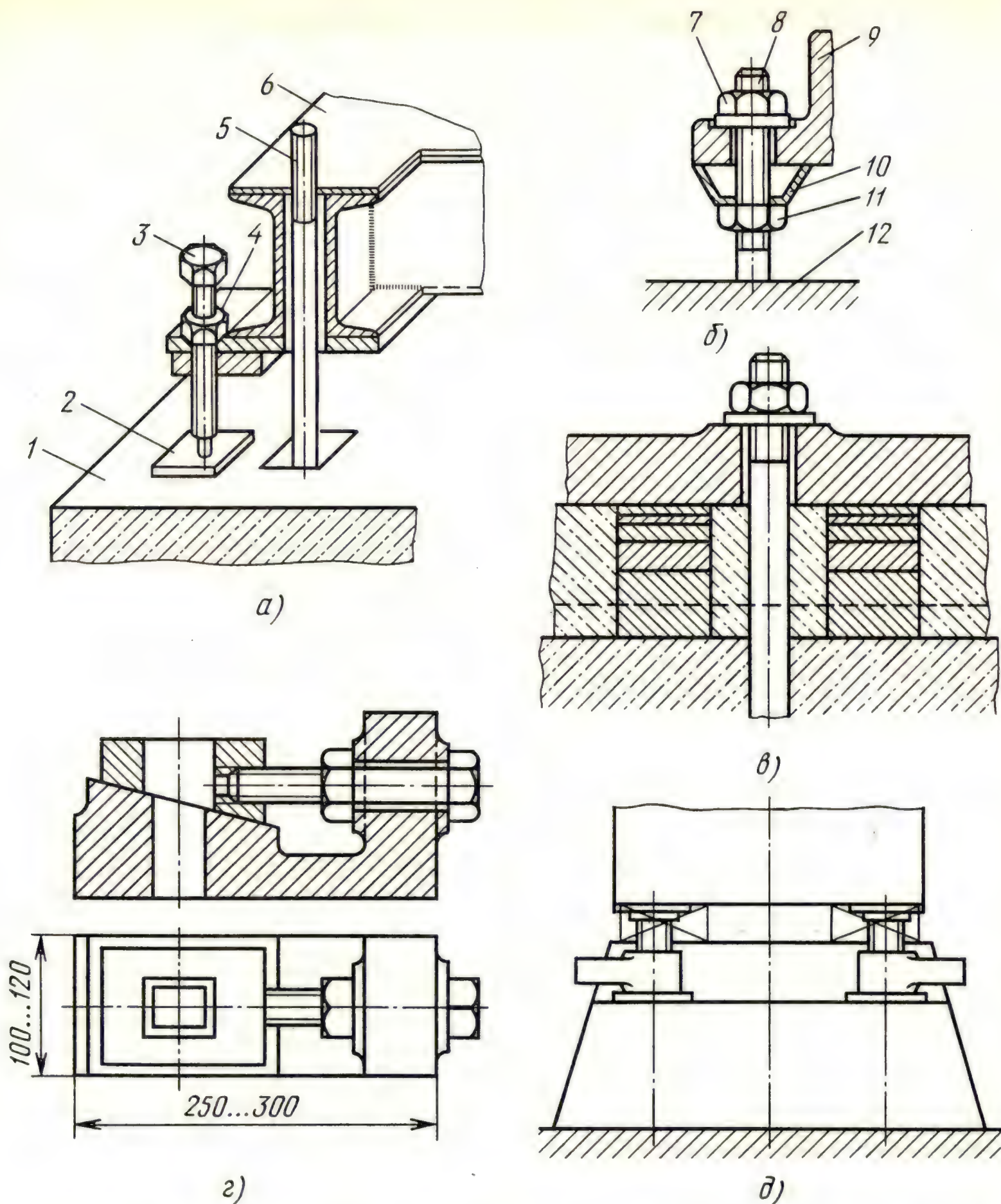


Рис. 153. Способы установки технологического оборудования на фундамент: а — с помощью винтов, б — на установочных гайках, в — на наборных металлических прокладках, г — на регулируемых башмаках, д — на домкратах; 1, 12 — фундаменты, 2 — опорные пластины, 3 — регулировочный винт, 4, 7 — стопорная и крепежная гайки, 5, 8 — фундаментные болты, 6, 9 — опорные части оборудования, 10 — тарельчатая шайба, 11 — установочная гайка

нет условий для использования тарельчатых шайб и домкратов. (Остальные схемы регулирования положения технологического оборудования на фундаменте ясны из рисунка и не требуют дополнительных пояснений.)

В качестве примера рассмотрим монтаж на фундамент металлорежущего оборудования. Соединение оборудования с фундаментом осуществляется с помощью анкерных или заливных фундаментных болтов, а также подливкой бетонной смесью или жидким цементным раствором. Анкерные болты использу-

ют при установке оборудования, работающего с ударами, а с помощью заливных болтов устанавливают оборудование, работающее спокойно, без резких толчков. На рис. 154, а...г показаны различные способы крепления оборудования на фундаменте: неподвижным анкерным болтом 3, заложённым вместе с плитой 1 в отверстие фундамента 2 (до монтажа оборудования); болтом 4, залитым в фундамент; болтом 5, ввинченным в планку 7, приваренную после установки оборудования 6 к балке 8, залитой в фундамент; цанговым фундаментным болтом 9, ввинченным в разрезную цангу 10, находящуюся в отверстии, просверленном в фундаменте.

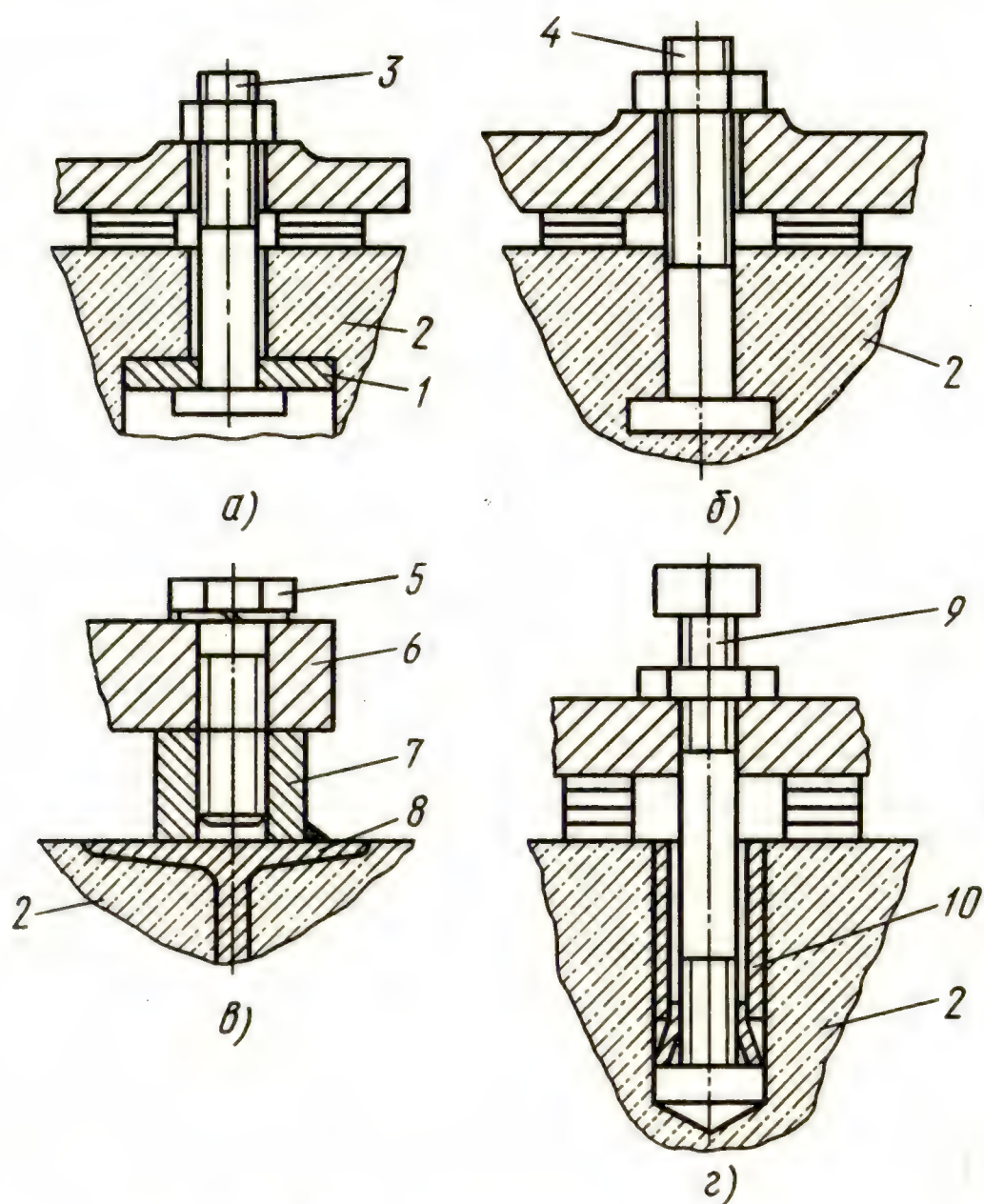


Рис. 154. Способы крепления оборудования на фундаменте:

а — неподвижным анкерным болтом, б — болтом, залитым в фундамент, в — болтом с планкой, г — цанговым фундаментным болтом; 1 — плита, 2 — фундамент, 3, 4, 5, 9 — болты, 6 — устанавливаемое оборудование, 7 — планка, 8 — балка, 10 — цанга

После установки и окончательной проверки оборудования поверхность фундамента очищают от масла и других загрязнений, обдувают сжатым воздухом и промывают горячей водой. Затем приступают к подливке бетонной смесью или цементным раствором, осуществляя ее в такой последовательности:

устанавливают опалубку на расстоянии 100...150 мм от фундаментной плиты (высота опалубки должна быть выше уровня фундамента на 20...30 мм);

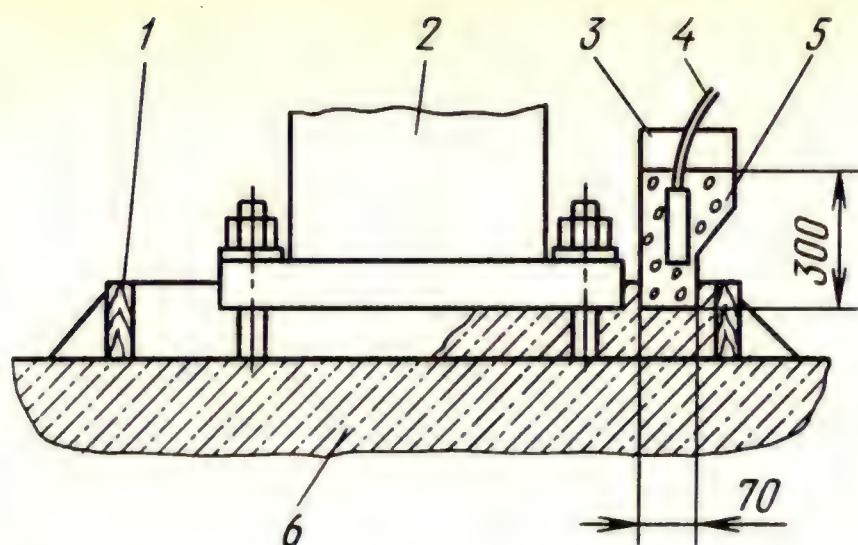


Рис. 155. Схема подливки оборудования с помощью лотка-накопителя:
1 — опалубка, 2 — опорная часть оборудования, 3 — лоток-накопитель, 4 — вибровозбудитель, 5 — подливочная смесь, 6 — фундамент

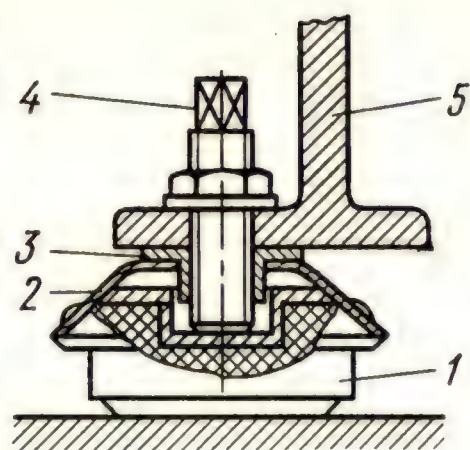


Рис. 156. Виброизолирующая опора:
1 — верхняя крышка, 2 — пружина, 3 — гайка, 4 — болт, 5 — устанавливаемое оборудование

трубопроводы, соприкасающиеся с опалубкой, обертывают толем, чтобы обеспечить после заливки зазоры, достаточные для компенсации теплового расширения труб;

колодцы фундаментных болтов заливают бетонной смесью или цементным раствором, состав которого в случае отсутствия инструкций выбирают по справочнику; толщина слоя подливки должна составлять 50...80 мм.

Подливка осуществляется следующим образом (рис. 155): вокруг опорной части 2 заливаемого оборудования устанавливают опалубку 1 и заливают ее подливочной смесью 5 с помощью лотка-накопителя 3 с вибровозбудителем 4.

Для бесфундаментной установки оборудования могут применяться виброизолирующие опоры (рис. 156) и коврики различных конструкций. Гайка 3 виброизолирующей опоры соединена с верхней крышкой 1 с помощью гофрированной пружины 2, не допускающей проворачивания относительно опоры, но не препятствующей вертикальному перемещению при ввинчивании болта 4.

Контрольные вопросы

1. Какие основные виды испытаний собранных агрегатов вы знаете?
2. В каких режимах проводят специальные испытания?
3. Какие требования безопасности необходимо выполнять при испытании машин?
4. В чем заключается окончательная отделка машин после сборки?
5. С какой целью окрашивают машины?
6. Какие способы окраски вы знаете?
7. Перечислите оборудование, применяемое для окраски распылением.
8. Какими способами осуществляют сушку после окраски?
9. С какой целью подвергают консервации детали и сборочные единицы?
10. Каково назначение фундамента?
11. Какими способами устанавливают оборудование на фундамент?

ПОНЯТИЕ О РОБОТОТЕХНИКЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Современные промышленные роботы можно условно классифицировать по назначению, специализации, основным параметрам, кинематическим и целому ряду других признаков.

В зависимости от назначения роботы условно делят на два класса — производственные и транспортные. Производственные роботы, осуществляющие основные операции технологического процесса, обычно оснащаются соответствующими инструментами или устройствами. Транспортные роботы выполняют межоперационное перемещение заготовок и деталей, передают готовые изделия и складывают их (например, в конце сборочной линии укладывают готовые изделия в контейнеры или на поддоны). В ряде случаев транспортные роботы наряду с вспомогательными операциями по транспортированию могут выполнять также основные технологические операции; аналогично, и производственные роботы часто изготавливают приспособленными к выполнению определенных транспортных операций.

Каждый из этих типов роботов может быть специальным или универсальным. Универсальные роботы выполняют как основные, так и вспомогательные операции в различных видах промышленного производства. Специальные роботы предназначены для выполнения отдельных операций соответствующих технологических процессов (например, завертывание гаек).

К основным параметрам промышленных роботов относятся мобильность, грузоподъемность, число степеней свободы рабочих органов, точность позиционирования, рабочая зона, тип и число основных рабочих органов, скорость их перемещения, тип привода и системы управления.

Мобильность — способность робота в целом перемещаться в пространстве. В зависимости от мобильности различают стационарные и передвижные роботы. Последние могут обслуживать группу технологического оборудования, например объединенную конвейером.

Грузоподъемность — максимальная масса груза, которой робот способен оперировать; этот параметр характеризуется наибольшей силой, развиваемой рабочими органами робота в любом их положении.

Число степеней свободы — параметр, характеризующий подвижность робота; определяется суммарным числом всех движений, совершаемых всеми рабочими органами робота.

Точность позиционирования — параметр, опре-

деляющий степень точности движения рабочих органов при многократных перемещениях изделий заданной массы в предусмотренное положение и в какой-то степени характеризующий надежность работы робота. На точность позиционирования влияют грузоподъемность, конструкция и кинематика рабочих органов, тип привода и система управления.

Особенно высокие требования в отношении точности позиционирования предъявляют к сборочным роботам, предназначенным для обслуживания сборочных операций, таких, как запрессовка, сборка высокоточных сопряжений и т. д.

Рабочая зона — параметр, характеризующий пространство, занимаемое рабочим органом робота при совершении им всех видов предусмотренных движений.

Системы управления промышленными роботами осуществляют формирование логической последовательности выполнения операций их рабочими органами по заданным параметрам. Основными системами управления являются жестко-программируемые (координационные и контурные) и от ЭВМ.

§ 2. УСТРОЙСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Независимо от типа и назначения промышленный робот состоит из механической части и системы управления, в которую входят блоки памяти, логики и пульт управления. Конструкция механической части зависит от назначения робота, числа степеней свободы, типа приводных устройств, системы управления.

Механическая часть робота (рис. 157) состоит из станины 3, обычно устанавливаемой на основании 1, и одного или нескольких рычажно-захватных устройств 2, расположенных сверху станины. Рычажно-захватное устройство является основным рабочим органом робота, способным совершать возвратно-поступательное и вращательное движения. Рычажно-захватные устройства можно условно классифицировать по конструкции, типу привода, расположению и т. д. Например, в зависимости от конструкции рычажно-захватные устройства могут быть стационарными, выдвижными, телескопическими, шарнирными и порталными.

Следует отметить, что одинаковое число степеней свободы рычажно-захватного устройства может быть достигнуто за счет различного сочетания его возвратно-поступательных и вращательных движений. Например, три степени свободы рычажно-захватного устройства обеспечиваются при следующих сочетаниях движений: трех возвратно-поступательных (рис. 158, а); двух возвратно-поступательных и одного вращательного (рис. 158, б); одного поступательного и двух вращательных (рис. 158, в); трех вращательных (рис. 158, г). Наибольшая часть промышленных роботов снабжена рычажно-захватными устройствами, имеющими 3...5 степеней свободы.

Тип системы координат, в которой перемещается рабочий

орган робота, наряду с числом степеней свободы оказывает существенное влияние на зону обслуживаемого пространства (см. рис. 158, а...г). Если зону обслуживания робота, имеющего захватное устройство с одной степенью свободы, работающее в прямоугольной системе координат, принять за единицу, то зона обслуживания робота при тех же условиях составит: в цилиндрической системе — 9,6; в полярной — 29,7; в сферической — 87,2.

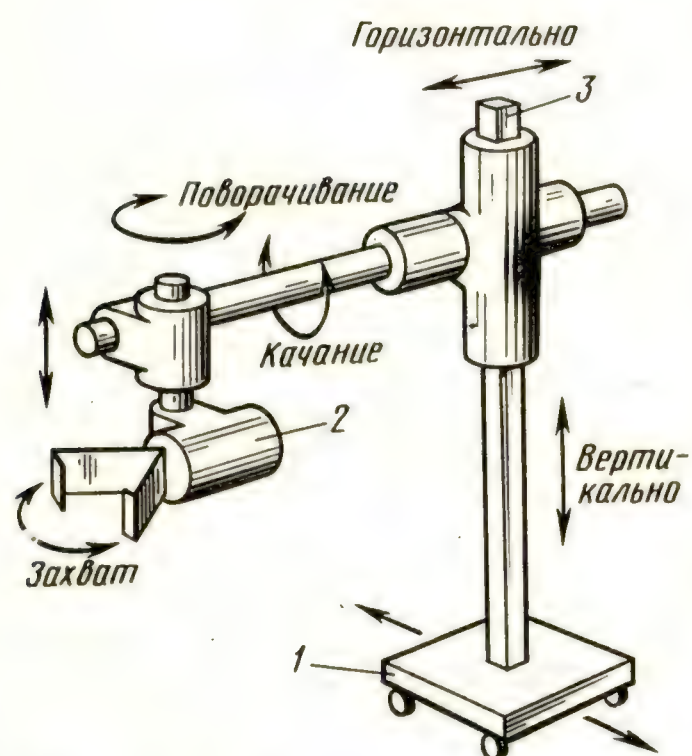


Рис. 157. Механическая часть промышленного робота и основные движения:

1 — основание, 2 — рычажно-захватное устройство, 3 — станина

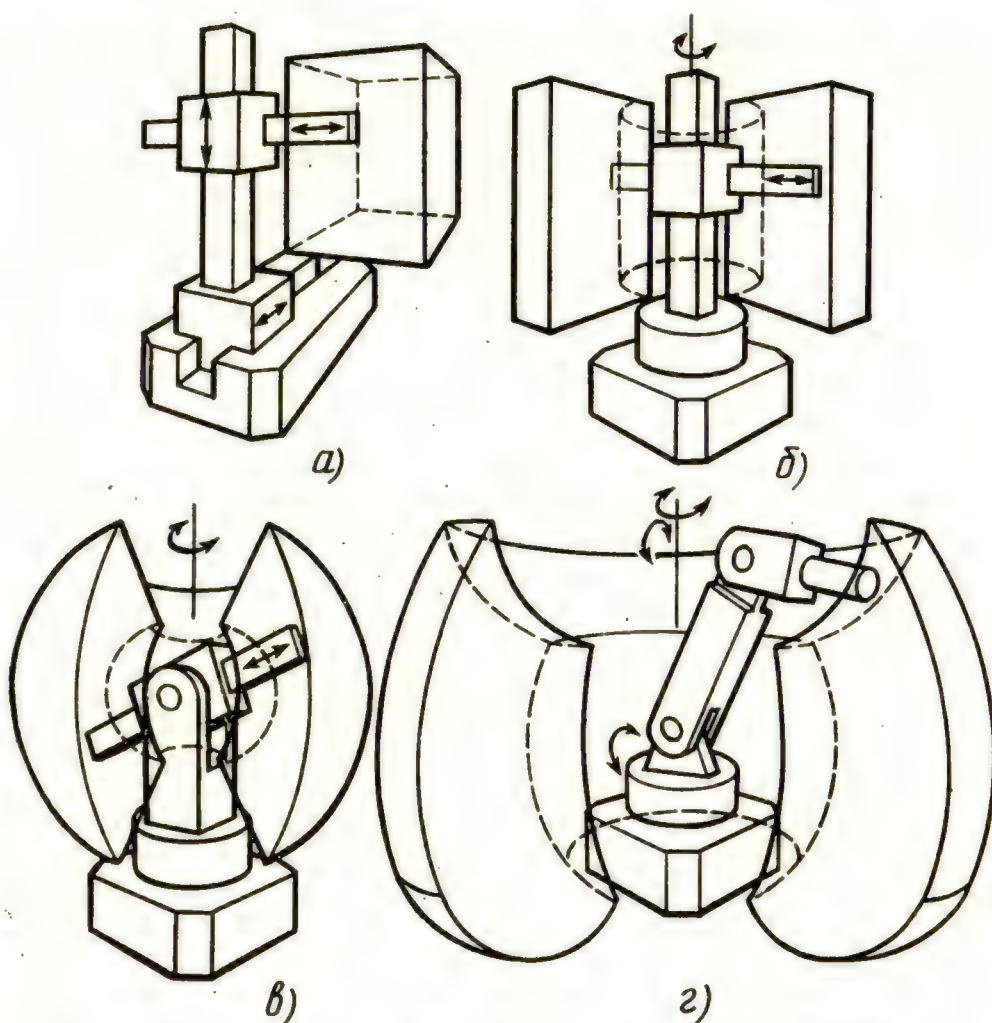


Рис. 158. Возможные движения рычажно-захватного устройства робота при одинаковом числе степеней свободы и различных системах координат отсчета перемещений: а...г — соответственно прямоугольная, цилиндрическая, полярная и сферическая системы координат

§ 3. ЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Конструкция, размеры и форма захватных устройств промышленных роботов определяются массой, формой, размерами и материалом транспортируемых деталей.

Основным элементом механического захватного устройства являются постоянные или сменные зажимные губки, конструкция которых во многом зависит от конфигурации зажимаемых деталей (рис. 159, а...г). Зажим может осуществляться в двух, трех и четырех точках.

Часто на одном рычаге монтируют два одноместных захватных устройства (рис. 160, а) либо одно двухместное (рис. 160, б). Два двухместных захвата могут быть смонтированы на одном или двух рычагах (рис. 160, в) и иметь независимые движения.

Вакуумные захватные устройства просты по конструкции, имеют небольшую массу, нагрузка распределяет-

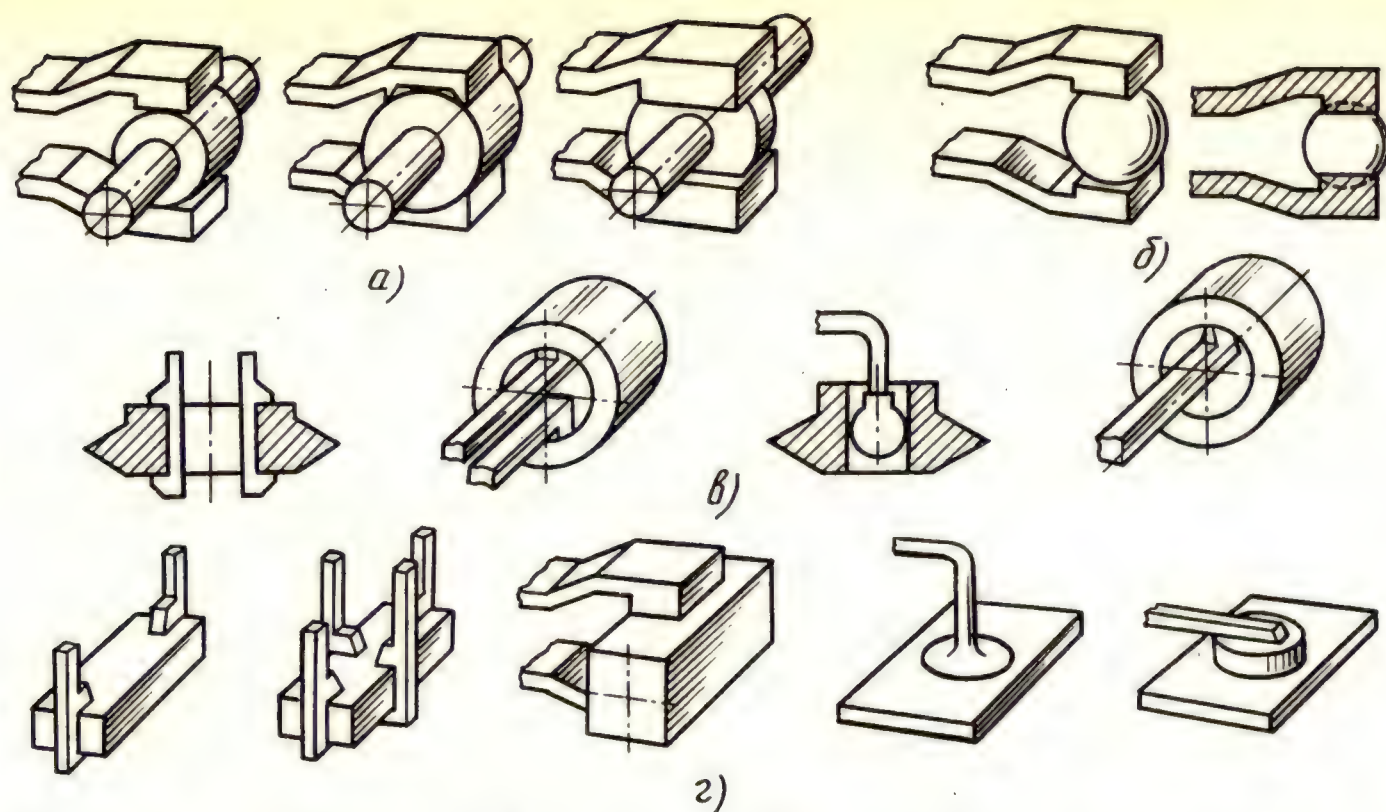


Рис. 159. Зажимные губки для цилиндрической (а), шаровой (б), внутренней цилиндрической (в) и плоской (г) поверхностей

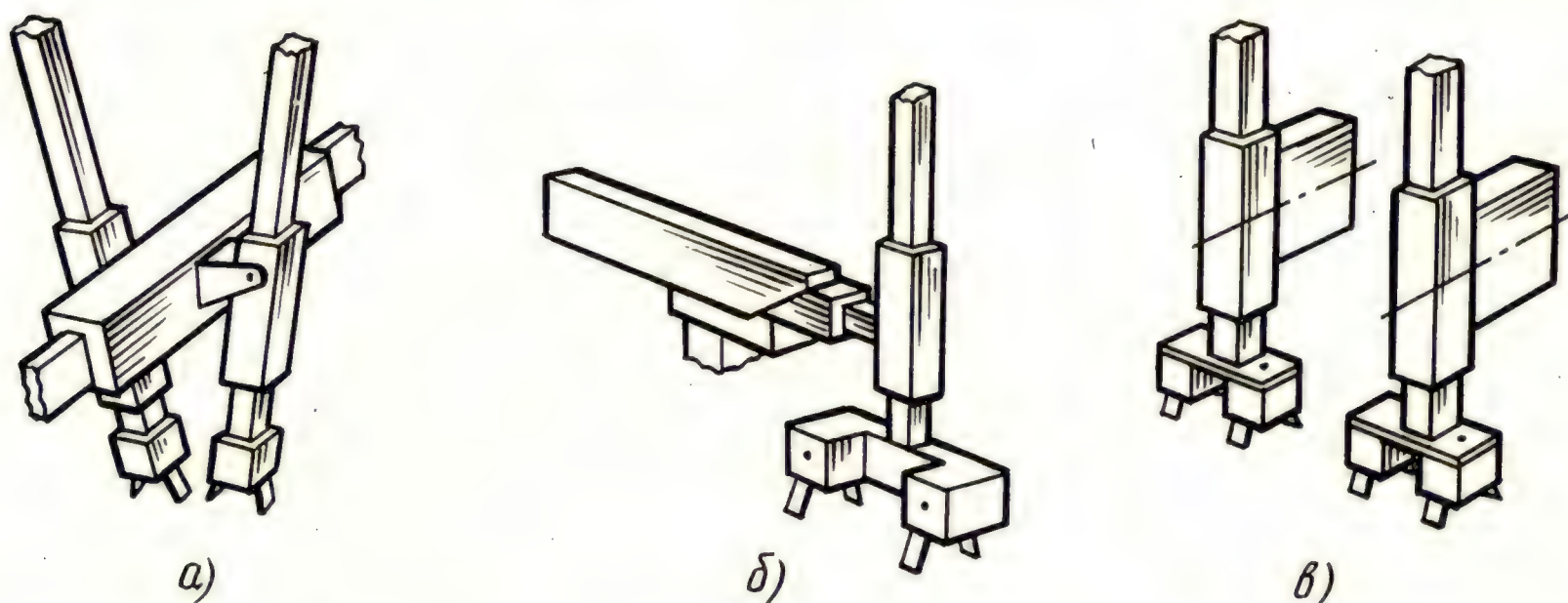


Рис. 160. Многочастные захватные устройства:

а — два одноместных, смонтированных на одном рычаге, б — двухместное, в — два двухместных, смонтированных на двух рычагах

ся равномерно по поверхности захвата; в ряде случаев они обеспечивают центрирование детали. Вакуумные захватные устройства можно применять для захвата деталей несложной формы из любого материала, но срок их службы относительно невелик.

Основными элементами вакуумных захватных устройств являются резиновые или пластмассовые присоски и механизм для создания вакуума. Наиболее простым и часто применяемым способом получения вакуума является использование эжекторов, причем в этом случае разрежение может быть получено за счет сжатого воздуха, поступающего от заводской централизованной сети. Основной деталью эжектора является тройник, в который впаивают трубки малого диаметра.

Электромагнитные захватные устройства используют для захвата деталей любой конфигурации из различных металлов, обладающих магнитными свойствами. По назначе-

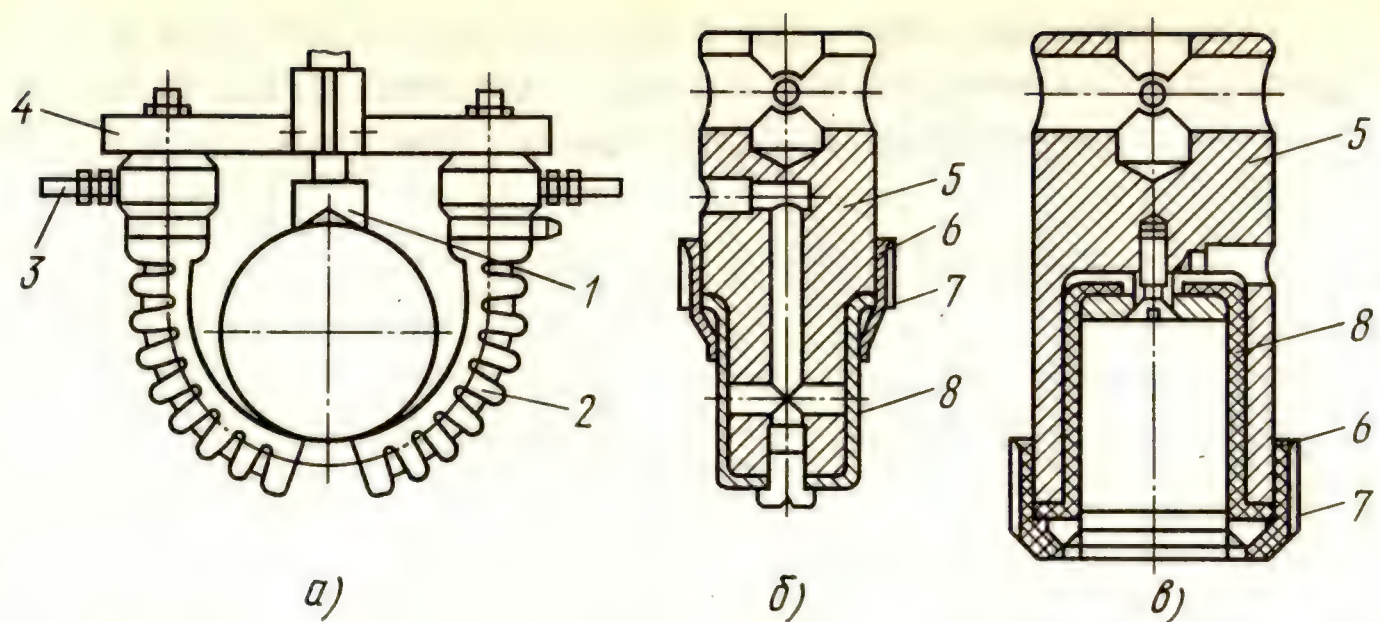


Рис. 161. Захватные устройства с изгибающейся (а) и расширяющимися (б, в) эластичными камерами:

1 — базирующая призма, 2 — эластичная камера, 3 — соединительный патрубок, 4, 5 — корпуса, 6 — гайки, 7 — кольца, 8 — втулки

нию электромагнитные захваты аналогичны вакуумным, но значительно проще по конструкции и имеют больший срок службы.

Электромагнитные захватные устройства состоят из элементарных магнитов, установленных на общей раме и служащих для захвата деталей, имеющих фасонные, круглые, ребристые и решетчатые поверхности, которые невозможно или весьма сложно захватить с помощью вакуумных захватных устройств.

Для захвата и переноса деталей сложной формы и небольшой массы применяют захватные устройства с эластичными камерами. Особенно эффективно применение таких устройств при переносе деталей из хрупких материалов. Различают захватные устройства с изгибающимися и расширяющимися эластичными камерами.

Захватное устройство с изгибающейся эластичной камерой (рис. 161, а) предназначено для захвата деталей сложной формы за наружную поверхность. На корпусе 4 устройства закреплены базирующие призмы 1 и две эластичные камеры 2, соединенные с пневмоприводом с помощью патрубка 3. Камеры изготовляют так, чтобы по профилю они имели переменную жесткость. При изгибе камеры прижимают удерживаемую деталь к базирующим призмам, осуществляя ее закрепление. Высота расположения призм может регулироваться.

Захватное устройство с расширяющейся эластичной камерой применяют для захвата деталей по наружному или внутреннему диаметру. Работает устройство следующим образом: сжатый воздух поступает через отверстие в корпусе 5, при этом втулка 8, выполняющая роль эластичной камеры, раздувается и удерживает деталь по внутреннему (рис. 161, б) либо наружному (рис. 161, в) диаметру.

§ 4. ТРЕБОВАНИЯ К ДЕТАЛЯМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫМ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ, СБОРОЧНЫМ ЕДИНИЦАМ, ИЗДЕЛИЯМ И СБОРОЧНЫМ РОБОТАМ

Применение промышленных роботов для выполнения вспомогательных и основных сборочных операций обеспечивает стабильность процесса сборки, позволяет предотвратить появление дефектов, возможных при ошибках сборщика. С помощью роботов осуществляется установка в сборочное оборудование оснастки и ее снятие, подача деталей и узлов на сборку в положении, соответствующем установке, реализация процесса сборки в заданной последовательности, контроль деталей, поступивших на сборку.

В целях автоматизации процесса сборки с помощью промышленных роботов необходимо, чтобы детали, предназначенные для сборки, удовлетворяли ряду общих требований:

- качество их изготовления должно соответствовать требованиям чертежа и технических условий;

- конструкция деталей должна исключать возможность сцепления их друг с другом при выходе из подающего магазина;

- в конструкции деталей должны быть предусмотрены фаски, конусы, проточки и другие центрирующие элементы;

- в соединениях не должны использоваться хрупкие и легко деформирующиеся материалы.

Изделия или сборочные единицы, подлежащие сборке с помощью промышленных роботов, должны удовлетворять следующим требованиям:

- необходимо, чтобы изделие состояло из законченных взаимозаменяемых сборочных единиц, обеспечивающих возможность их сборки независимо друг от друга;

- должна быть обеспечена возможность сборки по методу полной взаимозаменяемости;

- количество сопрягаемых поверхностей и видов соединений должно быть минимальным;

- места соединения сборочных единиц должны быть доступны для контроля качества соединения;

- должна отсутствовать необходимость в дополнительной пригонке и регулировании в процессе сборки;

- необходимо обеспечение возможности осуществления последовательной сборки, т. е. наличие базовой детали, с которой последовательно соединяются остальные.

Сборочная единица, отвечающая этим требованиям, показана на рис. 162. Базовой деталью в этом случае является вал, на который последовательно устанавливаются все детали сборочной единицы.

Так как в процессе сборки необходимо обеспечить компенсацию погрешностей позиционирования, захвата и установки деталей, к промышленным роботам, применяемым в сборочном производстве, также предъявляют определенные требования:

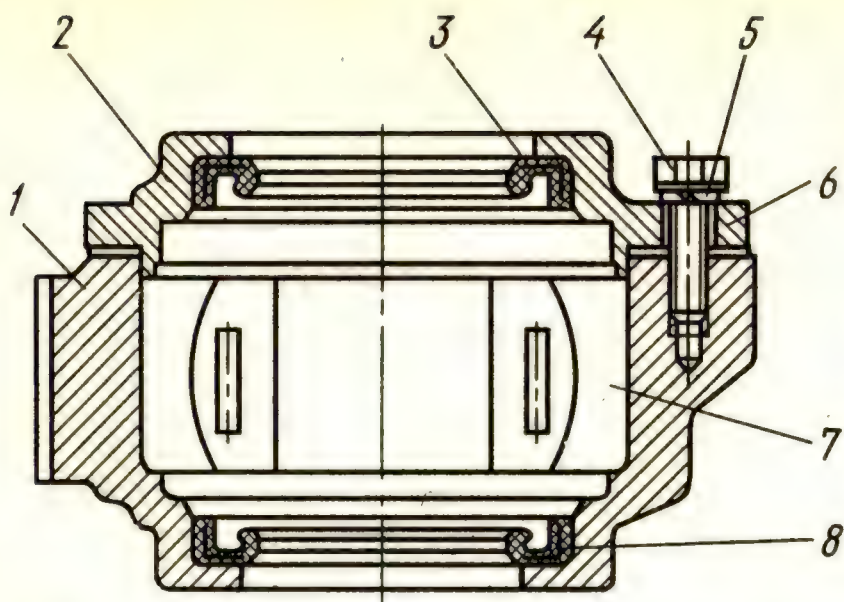


Рис. 162. Сборочная единица для автоматической сборки:

1 — корпус, 2 — крышка, 3, 8 — манжеты, 4 — винт, 5 — шайба, 6 — прокладка, 7 — подшипник

сборочные роботы должны осуществлять свои действия в цилиндрической системе координат;

размеры рабочей зоны роботов должны обеспечивать размещение вспомогательных устройств, приспособлений и оснастки, которыми пользуются для введения технологического процесса сборки, а также магазинов и инструментов с захватными устройствами, подающих устройств, средств контроля сборки;

робот должен обладать не менее, чем тремя степенями свободы, а также иметь возможность получения дополнительных степеней свободы как за счет своего перемещения, так и перемещения сборочных инструментов; робот должен быть снабжен механизмом смены захватных устройств и сборочных инструментов.

Для обеспечения сборки определенных изделий и контроля качества работы сборочные промышленные роботы снабжают датчиками обратной связи, применение которых позволяет существенно упростить программирование действий промышленного робота.

Промышленный сборочный робот с обратной связью (рис. 163) имеет три механические руки — рука II подает на сборочную позицию базовую деталь, рука I вводит в отверстие базовой детали болт, а рука III навинчивает на него гайку. Управление руками I и III осуществляется от скоростного позиционного сервопривода 1 на основе сигналов от тензометрического датчика силы, которые подаются в вычислительный блок 2. В последнем сигнал от тензометрического датчика сравнивается с расчетным, заданным программирующим устройством 3. Сигнал расогласования усиливается и подается от вычислительного блока на сервопривод, который осуществляет изменение углов поворота захватов, обеспечивая сборку соединяемых деталей. Вы-

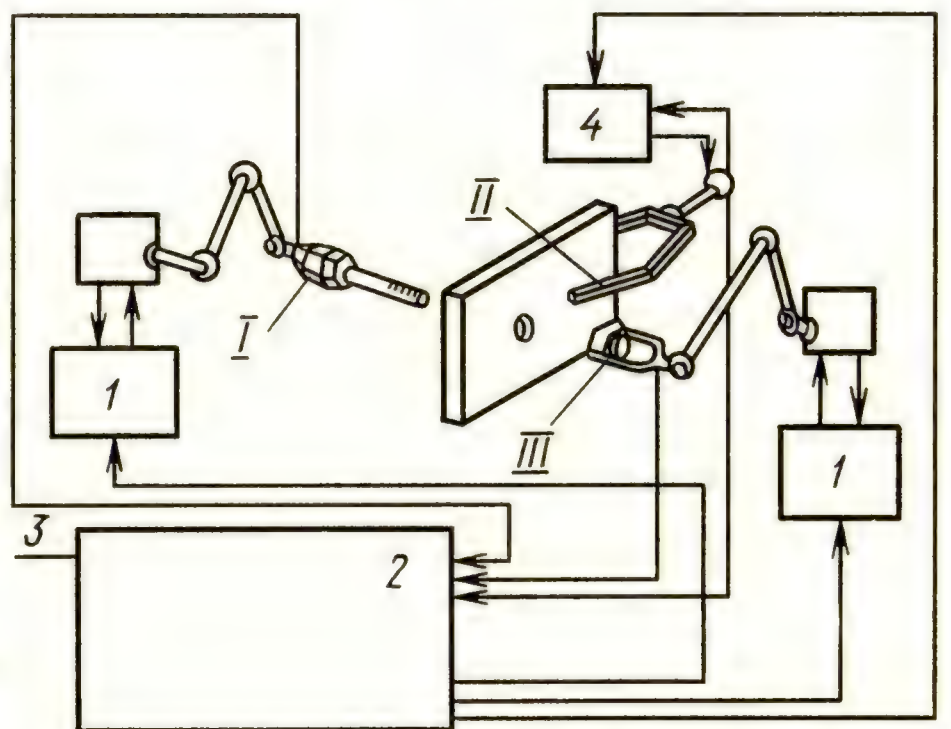


Рис. 163. Структурная схема сборочного робота с обратной связью:

1 — сервоприводы, 2 — вычислительный блок, 3 — программирующее устройство, 4 — позиционный привод; I...III — механические руки

числительный блок 2 подает сигнал и на позиционный привод 4 руки II, которая устанавливает базовую деталь в заданном положении.

§ 5. СБОРОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

Инструмент для сборочных промышленных роботов выбирают в соответствии с выполняемыми сборочными операциями, наиболее распространенные из которых в зависимости от характера соединений могут быть объединены в группы. К таким группам относят сборочные операции, предназначенные для получения соединений с зазорами, с гарантированным натягом (методом пластической деформации), клеевых, сварных, резьбовых и заклепочных. Чтобы выполнить эти сборочные операции, необходимо применение различных сборочных приспособлений, инструментов и оснастки.

При выборе сборочных инструментов, применяемых для комплектации промышленных роботов, должны учитываться следующие требования:

- деталь должна надежно захватываться при ее транспортировании и установке на место;

- элементы инструмента, обеспечивающие его установку в манипулирующий орган, должны быть унифицированы;

- конструкция инструмента должна обеспечивать возможность встраивания датчиков обратной связи;

- конструкция захватных устройств инструмента должна обеспечивать заданную точность базирования;

- инструмент не должен деформировать деталь при захвате и фиксации;

- конструкция инструмента должна обеспечивать возможность легкой его переналадки на различные типоразмеры деталей.

В зависимости от типа захватных устройств все сборочные инструменты, применяемые в промышленных роботах, могут быть разделены на две группы: 1) с захватными устройствами, выполненными отдельно от инструмента; 2) с захватными устройствами, выполненными совмещенно с инструментом. Захватные устройства, выполненные отдельно от сборочного инструмента, обеспечивают соединение деталей, изменение их положения, перенос деталей и собранного изделия. Захватные устройства, совмещенные со сборочным инструментом, отличаются большим разнообразием конструкций. В качестве примера рассмотрим устройства, применяемые для сборки подшипниковых узлов.

В инструменте для захвата и монтажа подшипников качения (рис. 164) по направляющим скольжения 7 и 9 корпуса 8 перемещается рабочий шток 10. Головка 11 рабочего штока связана со штоком гидроцилиндра привода, расположенного внутри руки промышленного робота. Наличие детали (подшип-

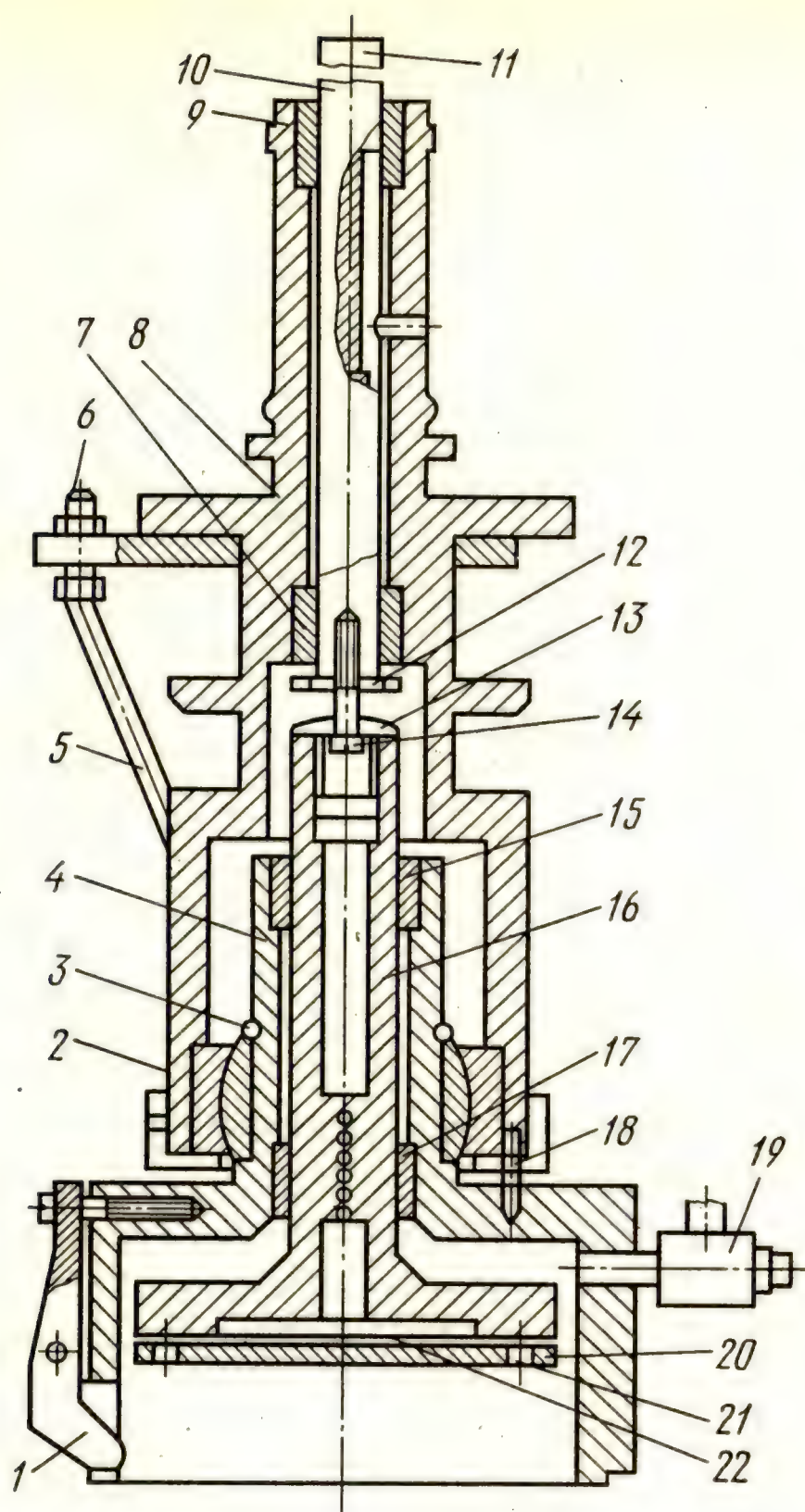


Рис. 164. Инструмент для захвата и монтажа подшипников качения в отверстие базовой детали:

1 — губка, 2 — сферическая опора, 3 — стопорное кольцо, 4 — стакан, 5 — воздухопровод, 6 — пневморазъем, 7, 9, 15, 17 — направляющие, 8 — корпус, 10, 16 — рабочий и прессующий штоки, 11 — головка, 12 — гайка, 13, 14 — упоры, 18 — штифт, 19 — пневмодатчик, 20 — диск, 21 — шарик, 22 — эластичная струна

ка) в сборочном инструменте контролируется с помощью пневмодатчика 19, установленного на стакане 4 и подключенного к пневморазъему 6 воздухопровода 5.

Подшипник, подлежащий сборке, помещают на начальную позицию в кассете. Сборочный инструмент, установленный в манипуляторе промышленного робота, размещают над деталью. Когда инструмент опускается манипулятором вниз, рабочий шток 10 находится в крайнем верхнем положении, а прессующий шток 16 висит на упоре 14. Между подшипником и фланцем прессующего штока расположен сепаратор, представляющий собой диск 20 с шариками 21. Сепаратор крепят к фланцу прессующего штока с помощью эластичной струны 22. Подшипник центрируется и захватывается тремя пружинными губками 1. При движении инструмента вниз деталь перемещает прессующий шток вверх до тех пор, пока его фланец не перекроет датчик 19, который подает команду на транспортирование подшипника на сборочную позицию.

По команде на выполнение соединения гидроцилиндр, встроенный в манипулятор промышленного робота, перемещает вниз рабочий шток 10. Последний через сферическую гайку 12 передает усилие на сферическую поверхность упора 13, укрепленного на прессующем штоке 16, который по направляющим 15 и 17 перемещается внутри стакана 4, расположенного соосно к отверстию корпуса. Самоустановка стакана относительно корпуса обеспечивается за счет его монтажа на сферической опоре 2 внутри корпуса 8 инструмента. Осевое перемещение стакана предотвращается стопорным кольцом 3, а поворот — штифтом 18. Перемещаясь вниз, прессующий шток запрессовывает подшипник в корпус.

Переналадка этого инструмента осуществляется за счет регулирования зажимных губок 1 и датчика 19, а также установки сепаратора необходимого размера.

Для запрессовки уплотнительных резиновых манжет с пружиной применяют инструмент (рис. 165, а), представляющий собой цилиндрический корпус 6 с хвостовиком и фланцем для присоединения к манипулятору промышленного робота. Внутри корпуса расположена подпружиненная оправка 7, вылет которой ограничивается упором 8. На оправке на двух полуосях 9, установленных в пазах 5 корпуса 6, смонтирован рычаг 2, представляющий собой полуштулку, с одной стороны которой расположен щуп 1, а с другой — кулачок 3, взаимодействующий с пневмодатчиком 4, закрепленным на оправке 7.

При опускании инструмента в накопитель (рис. 165, б) манжета 10 надевается на оправку 7, диаметр которой соответствует диаметру уплотняемого вала. Манжета удерживается на оправке за счет сил трения. При надевании на оправку манжета отжимает щуп 1, рычаг 2 поворачивается, перекрывая кулачком 3 сопло датчика 4, движение манипулятора вниз прекращается, а инструмент с манжетой перемещается в сборочную позицию. Упор 11, установленный в приспособлении 13 на сборочной позиции, центрирует базовую деталь — крышку 12, служа одновременно направляющей манжеты. При запрессовке манжеты оправка 7 упирается торцом в упор 11, а корпус 6, двигаясь вниз, сжимает пружину и запрессовывает манжету в гнездо. Меняя насадки на корпусе 6 и оправке 7, можно запрессовывать манжеты $\varnothing 32...135$ мм.

При установке плоских прокладок применяют вакуумные или электромагнитные захватные устройства. Первые обеспечи-

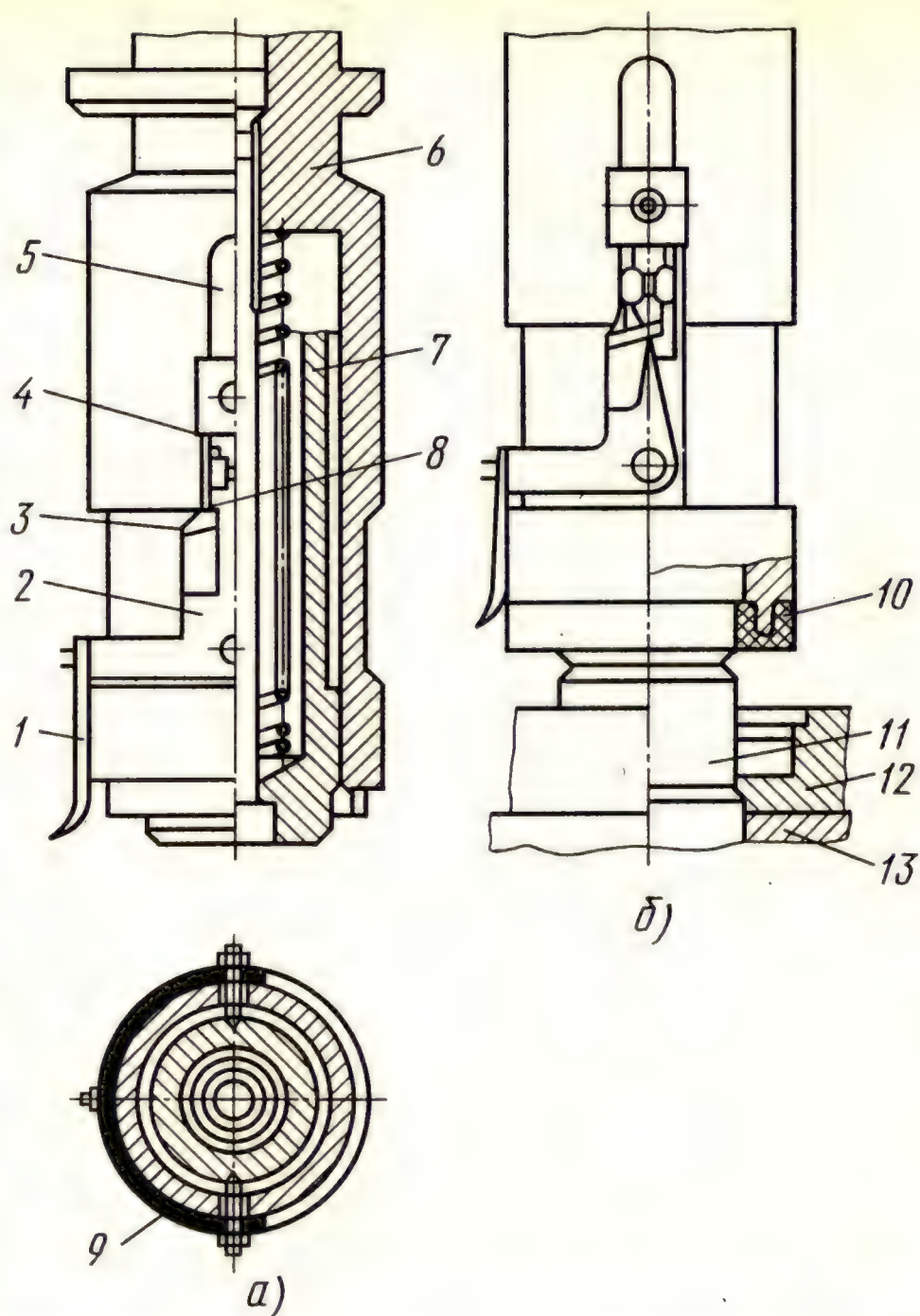


Рис. 165. Инструмент для запрессовки резиновой уплотнительной манжеты:

а — до запрессовки, б — в момент запрессовки; 1 — щуп, 2 — рычаг, 3 — кулачок, 4 — пневмодатчик, 5 — паз, 6 — корпус, 7 — оправка, 8, 11 — упоры, 9 — полуось, 10 — манжета, 12 — крышка, 13 — приспособление

вают бóльшую точность и их работа не зависит от материала прокладок.

Вакуумное захватное устройство (рис. 166) выполнено в виде цилиндрического корпуса 6, в котором закреплен сменный диск 2. В пазах диска установлены присоски 1. Воздух подается от силовой пневмосети через разъем 5 и патрубок 4 в корпус 6, где размещен распределитель 3. Переналадка осуществляется сменой диска 2.

В процессе выполнения сборочных работ часто используют резьбовые соединения. Для выполнения таких соединений применяют различные инструменты, один из которых показан на рис. 167.

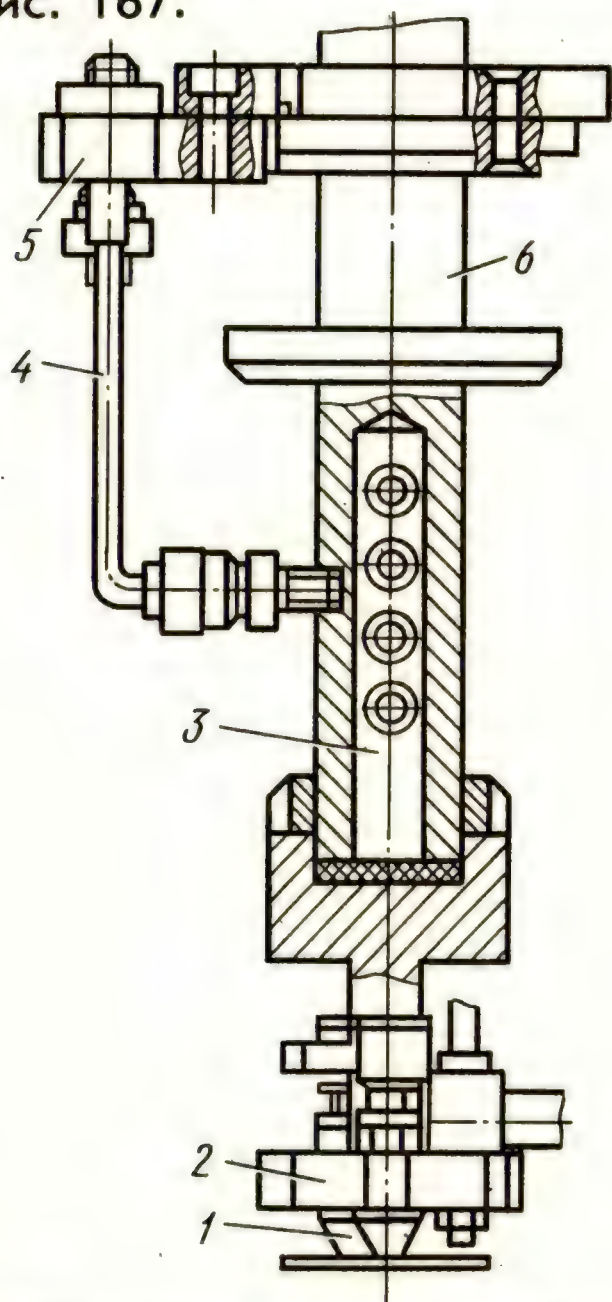


Рис. 166. Вакуумное захватное устройство:

1 — присоски, 2 — диск, 3 — распределитель, 4 — патрубок, 5 — разъем, 6 — корпус

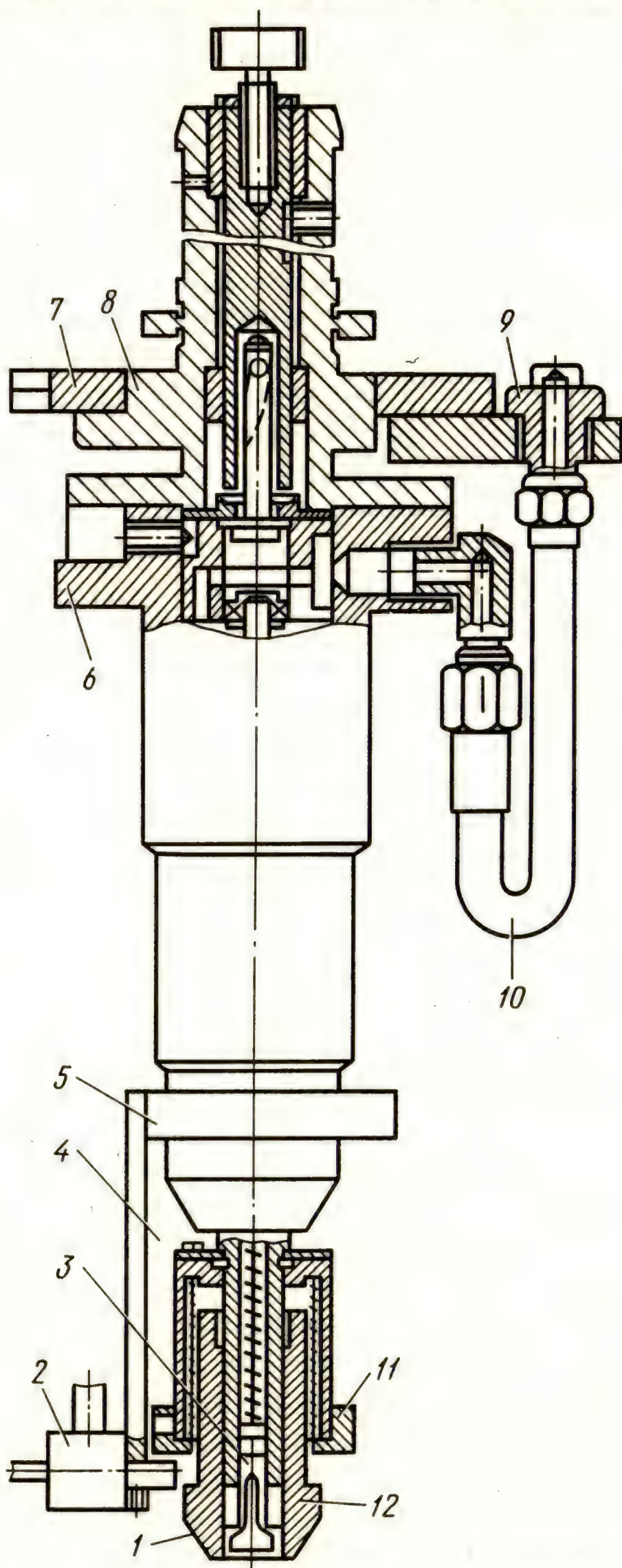


Рис. 167. Инструмент для сборки резьбовых соединений:

1 — магнитный элемент, 2 — пневмодатчик, 3 — ключ, 4 — шпindelь, 5 — кронштейн, 6 — корпус, 7 — фланец, 8 — хвостовик, 9 — разъем, 10 — трубопровод, 11 — гнездо, 12 — выступ

К хвостовику 8, который одновременно с фланцем 7 является элементом системы автоматической смены инструмента, прикреплен корпус 6 пневматического резьбозавертывающего механизма, изготовленного на базе стандартного гайковерта. Присоединяемая резьбовая деталь захватывается из накопителя магнитным элементом 1 и подводится к базовой детали. Сжатый воздух через разъем 9 и трубопровод 10 поступает к пневмодвигателю. Шпиндель 4 одновременно с вращательным движением получает движение осцилляции вдоль оси свинчивания, в результате чего происходит установка резьбовой детали вдоль оси гайки. После этого шпиндель 4 получает рабочее движение вдоль оси свинчивания, а элемент 1 устанавливается в гнездо 11. На корпусе 6 закреплен кронштейн 5 с пневматическим датчиком 2 контроля положения торцевого ключа 3 относительно корпуса 6.

§ 6. КОМПОНОВКА РОБОТИЗИРОВАННЫХ СБОРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Все роботизированные сборочные комплексы состоят из типовых элементов, к которым относятся: промышленный робот; рабочая позиция; питатели; магазин с комплектом сборочного инструмента. Компонировка роботизированного комплекса зависит от технологического процесса сборки. Различают три типовых варианта компоновки комплексов оборудования с применением промышленных роботов (рис. 168).

Схема А. Технологический процесс разделен на отдельные операции, при этом некоторые из них осуществляются на нескольких рабочих позициях (на приведенной схеме — на двух позициях 3, каждая из которых оснащена промышленным роботом 1). Это условие определяет необходимость применения на сборочном конвейере нескольких одинаковых позиций сборки для обеспечения требуемой производительности отдельных сборочных операций.

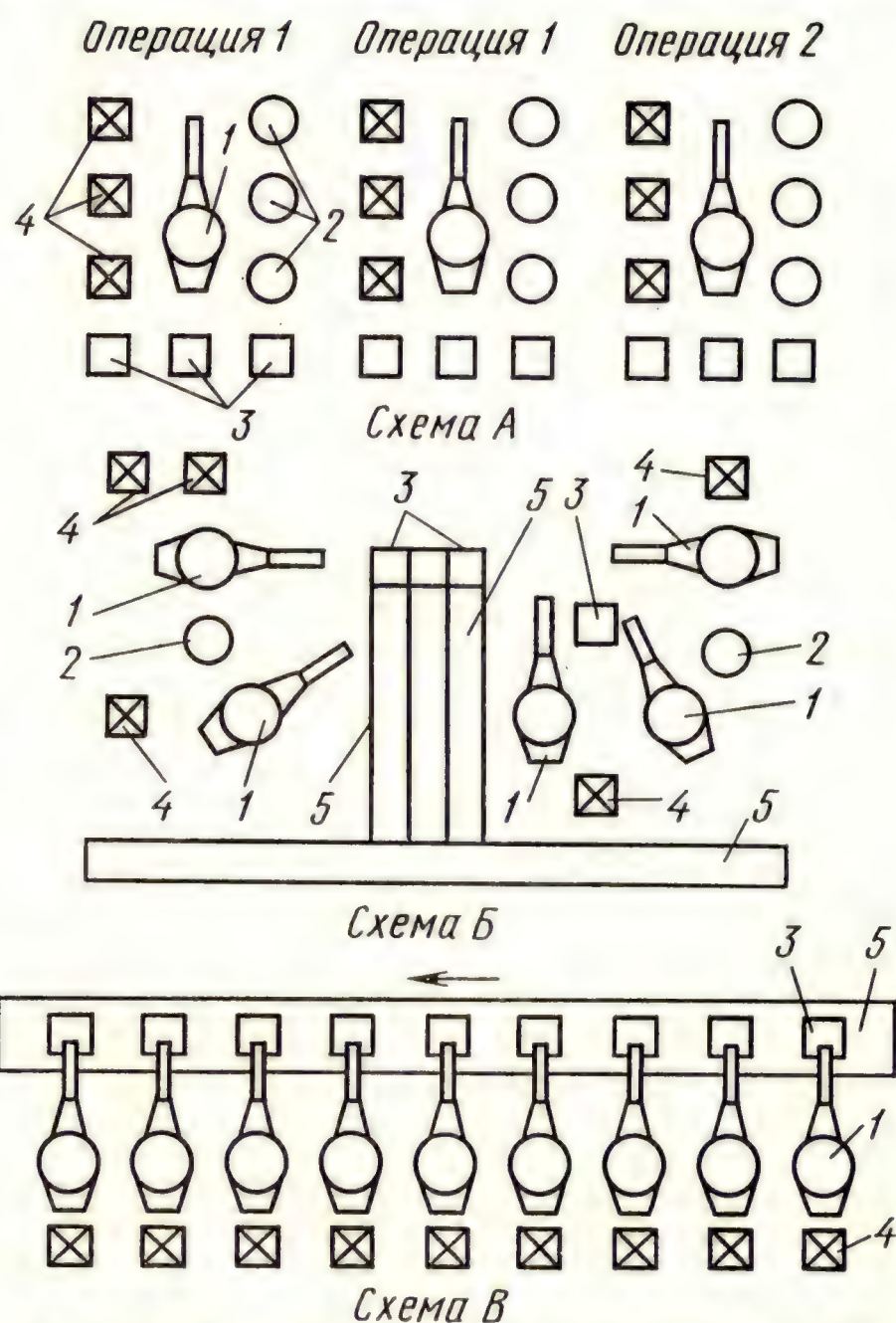


Рис. 168. Типовые схемы компоновки оборудования в роботизированных комплексах:

1 — промышленный робот, 2 — магазин с комплектом рабочих инструментов, 3 — рабочие позиции, 4 — питатели, 5 — транспортеры

Схема Б характеризуется применением нескольких промышленных роботов 1 упрощенной конструкции, которые выполняют узконаправленные специальные операции. Собираемые детали перемещаются последовательно с помощью специального транспортера 5 между несколькими позициями 3 сборки. В этом случае при отказе оборудования на одной позиции происходит остановка всей линии.

Схема В характеризуется максимальной концентрацией сборочных операций на отдельных сборочных позициях с учетом их специализации, причем операции на отдельных позициях выполняются одновременно. Детали с одной сборочной позиции на другую перемещаются с помощью транспортера 5.

§ 7. СБОРКА ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Собираемый узел (см. рис. 162) состоит из корпуса, крышки, резиновых манжет (2 шт.), подшипника, прокладки из картона, винтов (3 шт.), стопорных шайб (3 шт.).

Последовательность сборки узла следующая: установка корпуса в приспособление; установка крышки в приспособление; запрессовка манжеты в крышку; запрессовка манжеты в корпус; установка подшипника в корпус; установка картонной прокладки в корпус; сборка крышки с корпусом; установка трех винтов со стопорными шайбами.

Сборка производится на специально оборудованном комплексе, в состав которого помимо промышленного робота входят:

- магазин сборочных инструментов, выполненный в виде поворотного пятипозиционного стола;

- две рабочие позиции, обеспечивающие установку и фиксацию базовых деталей (корпус, крышка);

- транспортер, обеспечивающий подачу корпуса и крышки на рабочую позицию;

- магазин деталей (число магазинов соответствует числу деталей собираемого узла).

Технологический процесс сборки состоит из двух групп операций (рис. 169): 1) загрузочно-установочные — установка корпуса и крышки в соответствующие сборочные приспособления (операции 1 и 2); загрузка выходного магазина-накопителя собранными узлами; 2) сборочные — запрессовка резиновых манжет в крышку и корпус (операции 3 и 4); запрессовка подшипника в корпус (операция 5); установка картонной прокладки на корпусе (операция 6); установка крышки на корпус (операция 7); установка и завинчивание болтов со стопорными шайбами (операция 8). Для выполнения сборочных работ по этой схеме используют инструменты, описанные ранее.

Последовательности движений робота при выполнении всех сборочных операций по описанной схеме однотипны: 1) захват

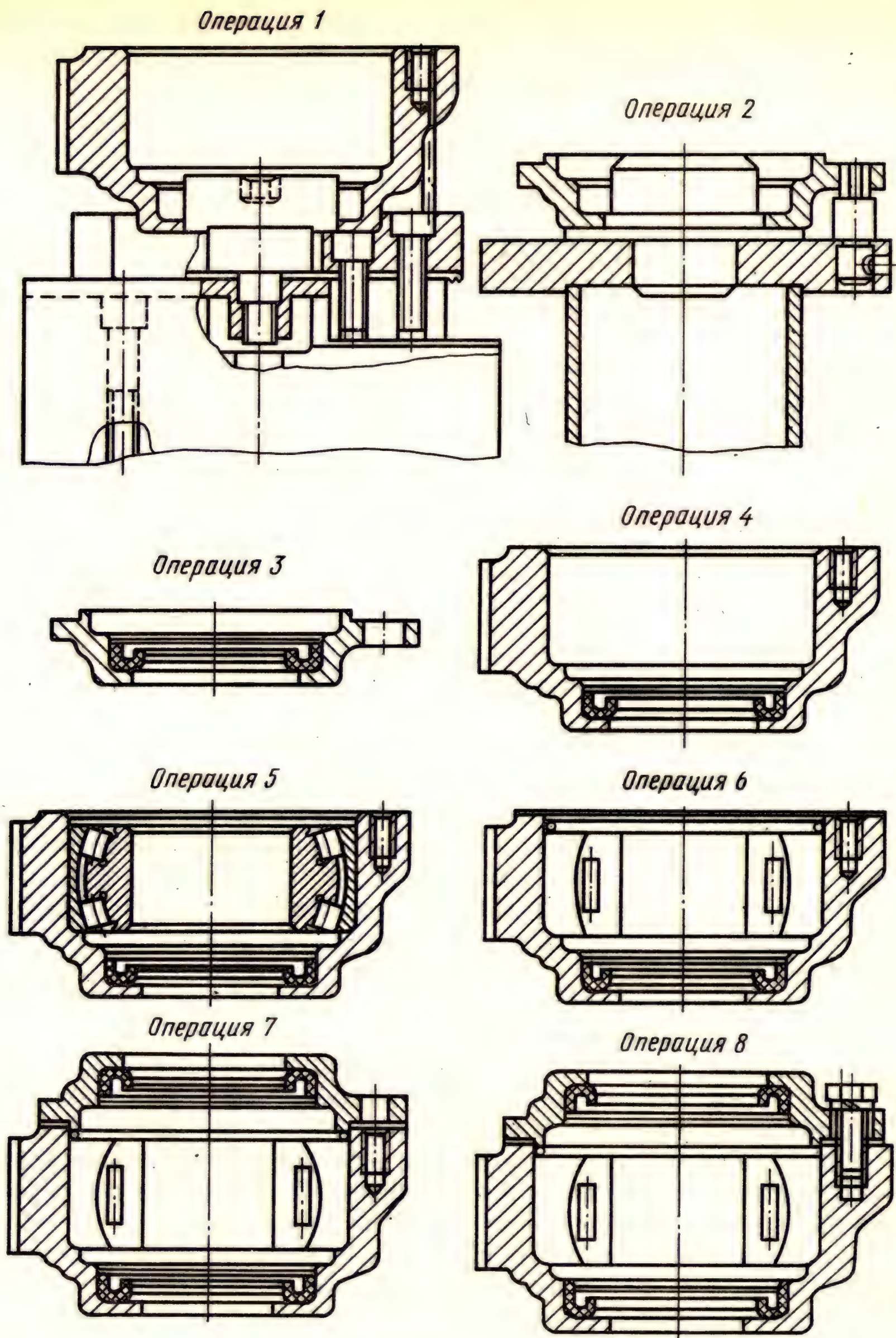


Рис. 169. Эскизы выполнения операций сборки подшипникового узла на роботизированном сборочном комплексе

из магазина соответствующего сборочного инструмента; 2) выполнение сборочной операции; 3) установка в магазин использованных сборочных инструментов.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют промышленные роботы?
2. Какими основными параметрами характеризуются промышленные роботы?
3. Почему при эксплуатации промышленных роботов применяют различные системы координат?
4. Как связаны число степеней свободы промышленного робота и тип его системы координат с рабочей зоной?
5. Какие типы захватных устройств применяют в промышленных роботах и каковы преимущества и недостатки каждого из них?
6. Каковы особенности промышленных роботов, применяемых для выполнения сборочных операций?
7. Какие сборочные инструменты применяют для промышленных роботов?
8. Почему при компоновке роботизированных комплексов используют различные схемы расположения оборудования?

ГЛАВА 15

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТДЕЛЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Функции ОТК. Главными задачами отдела технического контроля в соответствии с типовым положением является предотвращение выпуска продукции, не соответствующей требованиям нормативно-технической документации, а также укрепление производственной дисциплины и повышение ответственности всех звеньев производства за качество выпускаемой продукции.

В целях решения задач, определенных типовым положением, ОТК выполняет следующие функции:

обеспечивает развитие и совершенствование системы технического контроля на основе анализа ее эффективности; устраняет причины выпуска продукции низкого качества; ведет работу по повышению производительности труда; осуществляет входной, операционный и приемочный контроль, предусмотренный технологическим процессом;

осуществляет внедрение прогрессивных методов контроля и оценки качества выпускаемой продукции;

назначает и проводит выборочные проверки, не предусмотренные технологическим процессом, для обеспечения выпуска продукции высокого качества;

осуществляет выборочный контроль технологической дисциплины;

оформляет документы по результатам контроля, а также документы, содержащие техническое обоснование для претензий поставщикам;

предъявляет готовую продукцию представителям заказчика в случаях, предусмотренных условиями поставок;

ведет учет претензий на несоответствие поставленной продукции установленным требованиям;

представляет отчет о качестве выпускаемой продукции в ЦСУ СССР по установленной форме;

участвует в аттестации качества продукции;

контролирует работы по изолированию продукции, имеющей дефекты, и соответствующей ее маркировке;

разрабатывает предложения по стимулированию выпуска продукции высокого качества.

Отдел технического контроля является самостоятельной структурной единицей предприятия и не зависит от других его служб. Структура и штаты ОТК предприятия разрабатываются с учетом характера производства, а также трудоемкости операций технического контроля.

Взаимоотношения ОТК с другими отделами и цехами предприятия. ОТК, планируя контрольные операции в технологическом процессе, должен в обязательном порядке согласовывать их с различными структурными подразделениями предприятия, которые, в свою очередь, обязаны выполнять для ОТК ряд работ, связанных с определением качества продукции.

Металлографические, химические и другие лаборатории по заданию ОТК выполняют необходимые анализы и испытания по определению качества продукции и материалов. Отдел главного конструктора обеспечивает ОТК всей необходимой нормативно-технической документацией, а бюро стандартизации — ГОСТами и нормами, поддерживая их в контрольном состоянии.

Отдел снабжения и кооперации информирует ОТК о всех поступающих на предприятие полуфабрикатах и материалах, представляя сопроводительные документы, удостоверяющие их количество и качество. Бухгалтерия ведет оплату принятой и оформленной ОТК продукции, производит удержание за брак согласно документам, оформляемым ОТК. Производственные цеха предъявляют продукцию в ОТК в соответствии с производственным планом, устраняют причины выявленного ОТК брака, ведут воспитательную работу с исполнителями по повышению качества продукции.

Непосредственный контроль за качеством продукции осуществляют работники службы технического контроля в цехах предприятия. Права и обязанности этой категории работников ОТК регламентированы.

Права и обязанности старшего контрольного мастера, контрольного мастера и контролера ОТК. Старший контрольный мастер и контрольный мастер имеют следующие права и обязанности на подчиненном им участке производства:

браковать материалы, заготовки, детали, изделия, не соответствующие чертежам, эталонам, техническим условиям и стандартам;

при обнаружении брака возвращать продукцию для пере-
проверки, отбраковки или исправления;

требовать прекращения работ, если изготавливаемая продук-
ция не соответствует требованиям нормативно-технической
документации или выполнена с нарушением установленного
технологического процесса;

ставить в известность начальника ОТК о несоответствии
оборудования, приспособлений и инструментов требованиям
выпуска качественной продукции;

не принимать продукцию некомплектную или без соот-
ветствующей сопроводительной документации;

осуществлять контроль за выполнением мероприятий по по-
вышению качества выпускаемой продукции;

оформлять документацию на принятую и бракованную
продукцию;

осуществлять руководство работой контрольного аппарата
цеха.

Кроме того, они несут ответственность за выпуск продук-
ции, не соответствующей требованиям нормативно-технической
документации; организацию технического контроля на вверен-
ном им участке; своевременное и правильное оформление
документации, удостоверяющей качество принятой продукции;
необоснованную остановку производства; необоснованный отказ
в приеме продукции; неправильную оценку качества продук-
ции; применение неисправных контрольно-измерительных при-
боров и инструментов в процессе контроля.

Контролер ОТК имеет следующие права и обязан-
ности:

браковать продукцию, не соответствующую чертежам и
техническим условиям;

возвращать на доработку продукцию, не соответствующую
требованиям нормативно-технической документации;

не принимать на контроль продукцию без соответствующей
сопроводительной документации;

проверять соответствие количества предъявленных деталей
сопроводительной документации;

своевременно и правильно оформлять контрольную доку-
ментацию;

сообщать о появлении массового брака производственному и
контрольному мастерам;

проверять пригодность измерительного инструмента.

Кроме того, он несет ответственность за правильность
выполнения контроля; качество и комплектность принятой
продукции; необоснованную браковку продукции; уклонение от
приемки предъявленной продукции; правильное и своевремен-
ное оформление документации и клеймение деталей; сохран-

При выполнении контрольных операций старший контрольный мастер, контрольный мастер и контролер руководствуются соответствующей технологической документацией технического контроля.

Техническая документация. В соответствии со стандартами ЕСТД предусмотрены следующие четыре группы технологических документов технического контроля, применяемых:

при разработке операционных технологических процессов
технического контроля;

при планировании, учете и контроле за соблюдением технологической дисциплины.

[illegible]

215

данные о средствах контроля — приспособлениях, приборах, инструментах. Стандартом предусмотрены карты двух видов: одна имеет поле для эскиза контролируемой детали, а вторая такого поля не имеет и применяется с картой эскизов, выполняемой по ГОСТ 3.1105—84, или с конструкторским чертежом.

Наиболее широко на машиностроительных и приборостроительных предприятиях для оформления результатов контроля применяют паспорта и журналы контроля, технологические бирки, карты измерений. Эти документы при оформлении контроля используют как самостоятельные.

В комплект документов, оформляемых как паспорт контроля, входят: титульный лист; технологический паспорт; карты измерений и эскизов; комплектовочная ведомость; ведомость замечаний; карты повреждений и регулировок; свидетельство о приемке. Одной из разновидностей паспорта контроля является технологическая бирка, которая оформляется на несколько единиц изделий. В журнале контроля собраны документы, оформленные при выполнении технологического процесса или операции технического контроля. Различают журналы контроля материалов, технологических процессов, изделий. Для оформления контроля часто используют метод клеймения, т. е. нанесения на изделие знаков, удостоверяющих его качество. Формы документов, которыми оформляют результаты контроля, регламентированы ГОСТ 3.1503—74...ГОСТ 3.1505—74.

Виды технического контроля. В зависимости от места операции технического контроля в технологическом процессе и характера выполнения этой операции различают несколько видов технического контроля, к основным из которых относятся:

- предварительный контроль материалов, полуфабрикатов, заготовок перед дальнейшей их обработкой;

- пооперационный контроль всех деталей на каждой операции, указанной в технологическом процессе;

- групповой контроль после изготовления определенного количества деталей;

- выборочный контроль части изделий (процент контролируемых изделий указывают в технологической карте контроля);

- стационарный контроль, производимый на контрольном пункте;

- скользящий контроль на рабочем месте, где изготавливают или собирают изделие;

- предупредительный контроль с целью предотвращения брака, например контроль первой детали или выборочный контроль в процессе изготовления партии деталей.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Организация труда и рабочего места контролера. Производительность труда контролера и качество контроля зависят от целого ряда факторов, основными из которых являются следующие:

- на рабочем месте не должны находиться бракованные детали и посторонние предметы;

- рабочее место должно быть удобным;

- освещенность поверхности рабочего стола должна составлять не менее 150 лк;

- при работе следует применять рациональные приемы, сводящие до минимума непроизводительные движения.

Контрольные операции рекомендуется выполнять, последовательно пользуясь определенными контрольными приемами, к которым относятся:

- ознакомление с чертежом и технологическим процессом;

- подбор необходимых контрольных инструментов и их осмотр;

- осмотр деталей и выявление внешних поверхностных дефектов — раковин, трещин, забоин и др.;

- контроль чистоты поверхности и посадочных размеров, а затем проверка соосности, биения, концентричности.

Основным правилом при проведении контрольных операций является следующее: во всей партии проверяемых деталей контролируют сначала один размер и только после этого переходят к контролю другого.

Совершенствование системы технического контроля или отдельных ее элементов осуществляется как при совершенствовании других систем — технологической подготовки производства, управления производством, управления качеством продукции, так и при целевом совершенствовании системы технического контроля. В первых трех случаях работа производится, как правило, в комплексе, без специального выделения системы технического контроля.

При проектировании системы технического контроля на предприятии необходимо соблюдать принципы стандартизации, системности, оптимизации, динамичности, автоматизации, ответственности и адаптации.

Принцип стандартизации состоит в том, что основные требования к системе технического контроля дифференцируются, регламентируются и обеспечиваются государственными стандартами, стандартами предприятия и техническими условиями. Использование стандартов позволяет внедрять элементы системы одновременно во всех подразделениях предприятия.

Принцип системности заключается в том, что процессы технического контроля рассматривают в их взаимосвязи с основными технологическими процессами, т. е. операции тех-

нического контроля органически включают в технологический процесс изготовления, эксплуатации или ремонта изделия.

П р и н ц и п о п т и м и з а ц и и сводится к выбору таких видов, методов и средств технического контроля, которые при минимальных затратах обеспечивают его максимальную эффективность.

П р и н ц и п д и н а м и ч н о с т и предусматривает возможность непрерывного развития и совершенствования системы технического контроля с учетом требований технического прогресса.

П р и н ц и п а в т о м а т и з а ц и и состоит в максимальном использовании средств вычислительной техники в системе технического контроля.

П р и н ц и п п р е е м с т в е н н о с т и заключается в максимальном использовании не только всех возможностей самого предприятия, но и передового опыта разработки систем технического контроля на других предприятиях.

П р и н ц и п а д а п т а ц и и предполагает использование в системе технического контроля элементов, обеспечивающих быструю приспособляемость системы к специфике объектов контроля в условиях часто изменяющихся видов выпускаемой продукции.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит структура ОТК?
2. Какие задачи возложены на ОТК машиностроительного предприятия?
3. Почему ОТК должен постоянно координировать свою работу с работой других подразделений предприятия и каких именно?
4. Каковы права и обязанности старшего контрольного мастера, контрольного мастера и контролера ОТК?
5. Почему в процессе технического контроля необходимо строго вести соответствующую техническую документацию?
6. Какие виды технического контроля используют на промышленном предприятии и какова их роль в технологическом процессе изготовления изделий?
7. Каковы направления совершенствования системы технического контроля?
8. Какие требования предъявляют к рациональной организации контроля и рабочего места контролера?

ГЛАВА 16

КОНТРОЛЬ В МЕХАНИЧЕСКИХ И СБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНТРОЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Контролю механической обработки подвергаются следующие поверхности детали, соединения и параметры:

- цилиндрические наружные поверхности;
- цилиндрические внутренние поверхности;
- конические поверхности;

плоские поверхности;
корпусные детали;
шпоночные и шлицевые соединения;
резьбовые соединения;
зубчатые колеса;
шероховатость поверхности.

Помещения, в которых осуществляется контроль механической обработки, должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих точность проводимых измерений. К основным из этих требований относятся: 1) отсутствие резких колебаний температуры; 2) отсутствие вибраций.

§ 2. КОНТРОЛЬ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Контроль валов сводится к определению: 1) соответствия их фактического диаметра размерам, заданным чертежом, в пределах установленного поля допуска; 2) отклонения геометрической формы от заданных параметров (рис. 171, а...д). Помимо длины, диаметра и геометрической формы производят контроль взаимного расположения поверхностей вала и положения их геометрической оси. В этих случаях за измерительную базовую поверхность принимают наружную или внутреннюю поверхность либо геометрическую ось вала.

Длину цилиндрических поверхностей контролируют с помощью линейек, штангенциркулей, калибров-скоб. Выбор инструмента зависит от абсолютного значения контролируемого параметра и заданной чертежом точности измерения (допуска на изготовление).

Диаметры валов и отверстий измеряют с помощью калибров-скоб и калибров-пробок, штангенциркулей, микрометров или специальных приспособлений. Выбор средств для контрольных проверок зависит также от требуемой точности измерений и условий производства (единичное, серийное, массовое).

Отклонения от заданной геометрической формы могут определяться одновременно с измерением диаметра. Например, овальность (рис. 171, а) определяют, производя измерения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Конусность (рис. 171, б) можно определить по разности диаметров у противоположных концов вала. Для определения на-

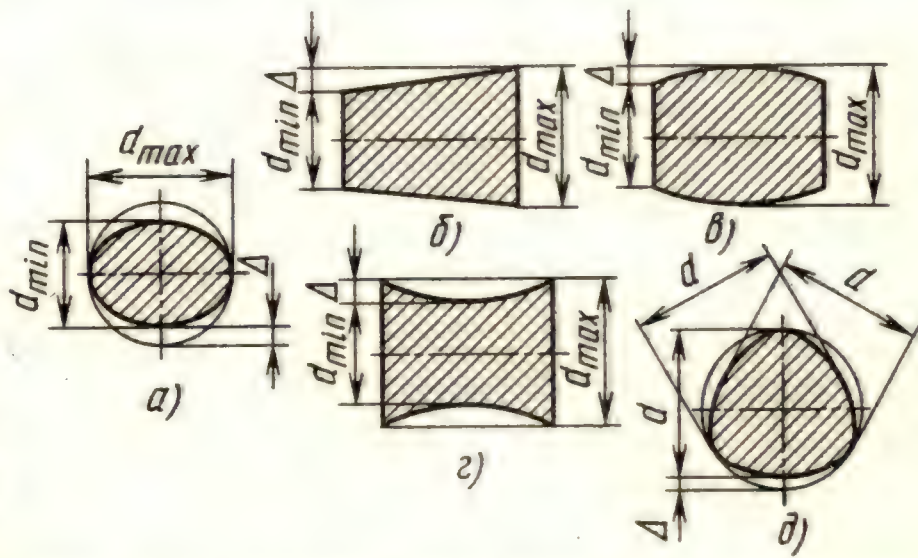


Рис. 171. Отклонения валов от геометрической формы:

а — овальность, б — конусность, в — бочкообразность, г — седлообразность, д — огранка

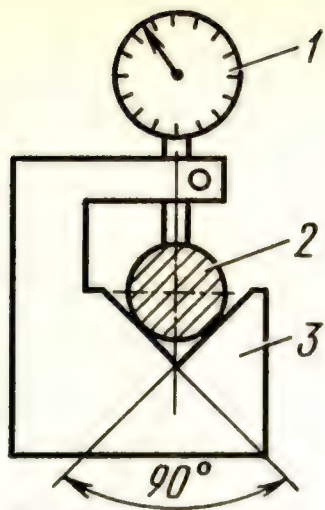


Рис. 172. Схема для определения огранки:
1 — индикатор,
2 — проверяемый вал, 3 — призма

личия бочкообразности (рис. 171, в) и седлообразности (рис. 171, г) необходимо измерить диаметр в нескольких сечениях вала по его длине (измерения в этом случае производят от одного из концов вала к его середине). Искривление оси вала может быть определено с помощью индикатора при вращении вала в центрах или на призмах.

Наиболее сложным является контроль на наличие огранки (рис. 171, д), так как этот дефект не может быть определен при непосредственном измерении вала в его диаметральных сечениях. Трехвершинную огранку, являющуюся наиболее распространенной, определяют двумя способами: 1) вращая вал во втулке с отверстием, равным номинальному диаметру вала; 2) вращая вал на призмах; в этом случае контроль осуществляется с помощью измерительного прибора (рис. 172).

При использовании второго способа значение огранки Δ определяют по формуле $\Delta = A_{\text{пр}} / K$, где $A_{\text{пр}}$ — показания прибора; K — коэффициент огранки. Коэффициент огранки зависит от количества граней и угла призмы, в которой производят измерения (см ниже).

Число граней	3	5
Значение K при угле призмы, град:		
60	3	0
90	2	2

При выборе того или иного инструмента для контрольных измерений необходимо учитывать диапазон и необходимую точность последних, а также вид размера (наружный, внутренний).

§ 3. КОНТРОЛЬ УГЛОВ И КОНУСОВ

Углы и конусы контролируют с помощью различных средств, выбор которых зависит от требуемой точности измерения (рис. 173, а, б). Различают два метода измерения — прямой и косвенный.

При использовании прямого метода применяют измерительные инструменты, позволяющие непосредственно определить значение измеряемого параметра в угловых единицах. К таким инструментам относятся угловые меры и универсальные угломеры.

Косвенный метод измерения основан на определении линейных величин, по которым на основе определенных зависимостей определяют угловые параметры. При использовании косвенного метода применяют синусные линейки (рис. 173, а), концевые меры длины, шарики и ролики (рис. 173, б). У синус-

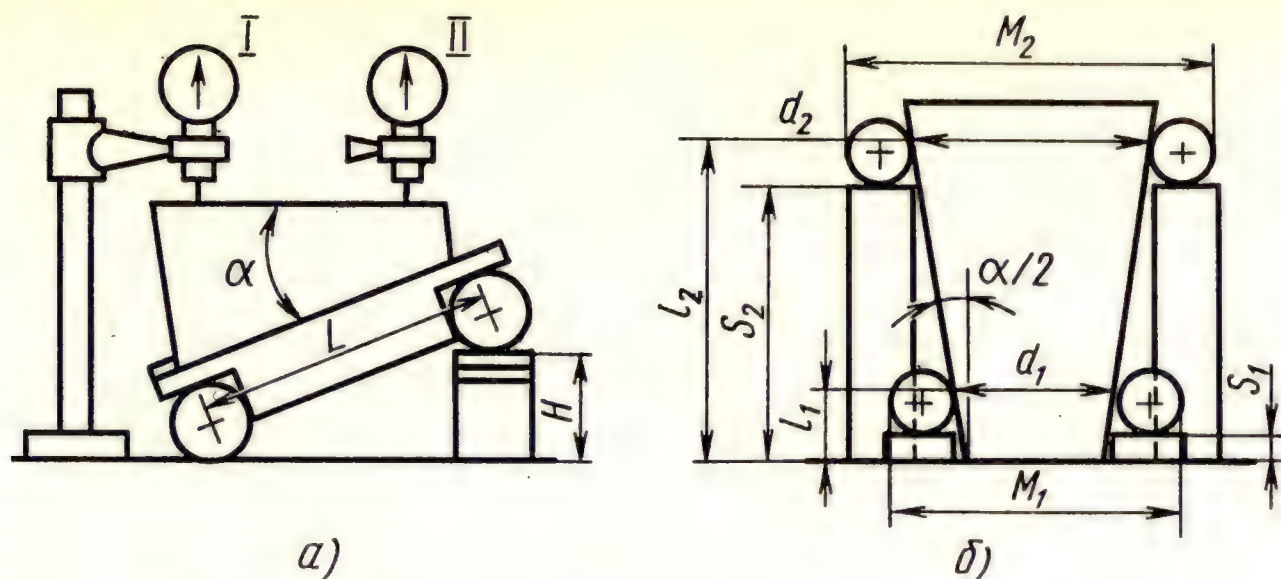


Рис. 173. Средства контроля углов и конусов:
а — синусная линейка, б — калиброванные шарики и ролики

ной линейки расстояние L между осями роликов выполнено с высокой точностью, а плоскость платформы, на которой устанавливают измеряемую деталь, строго параллельна оси роликов.

При установлении на платформу конуса с углом α под один из роликов помещают блоки концевых мер длины, подбирая их высоту H таким образом, чтобы при перемещении измерительного наконечника из положения I в положение II показания индикатора не изменялись. При этом значение угла конуса определяют, используя формулу $\sin \alpha = H/L$.

Измерение углов может быть осуществлено также с помощью калиброванных шариков или роликов (см. рис. 173, б) в сочетании с плоскопараллельными концевыми мерами длины. Размеры клина d_1 и d_2 определяют по формуле $d_i = M_i - 2r \times (1 + \cos \alpha/2)$, где $i=1; 2$; r — радиус шарика (ролика). Расстояние от базовой поверхности до сечения с диаметром d_1 или d_2 вычисляют по формуле $l_i = S_i + r(1 + \sin \alpha/2)$, где $i=1; 2$. Конусность определяют по формуле $K = \frac{M_2 - M_1}{S_2 - S_1} = \frac{d_2 - d_1}{S_2 - S_1}$, т. е. $\alpha/2 = \frac{d_2 - d_1}{2(S_2 - S_1)}$.

Особую сложность представляет контроль инструментальных конусов, изготовленных, как правило, с высокой точностью. Контроль необходимо осуществлять при температуре $20 \pm 5^\circ \text{C}$, причем скорость изменения последней не должна превышать 1°C/ч . Определение угла конуса и прямолинейности образующей должно производиться на строго определенной длине конуса и не менее чем в двух осевых сечениях, расположенных под углом 90° . Отклонение от круглости измеряют в сечении, отстоящем от большого диаметра конуса не более чем на 2 мм.

§ 4. КОНТРОЛЬ ОТКЛОНЕНИЙ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При определении отклонений от прямолинейности и плоскостности плоских поверхностей широко применяют различные механические устройства — поверочные линейки и пли-

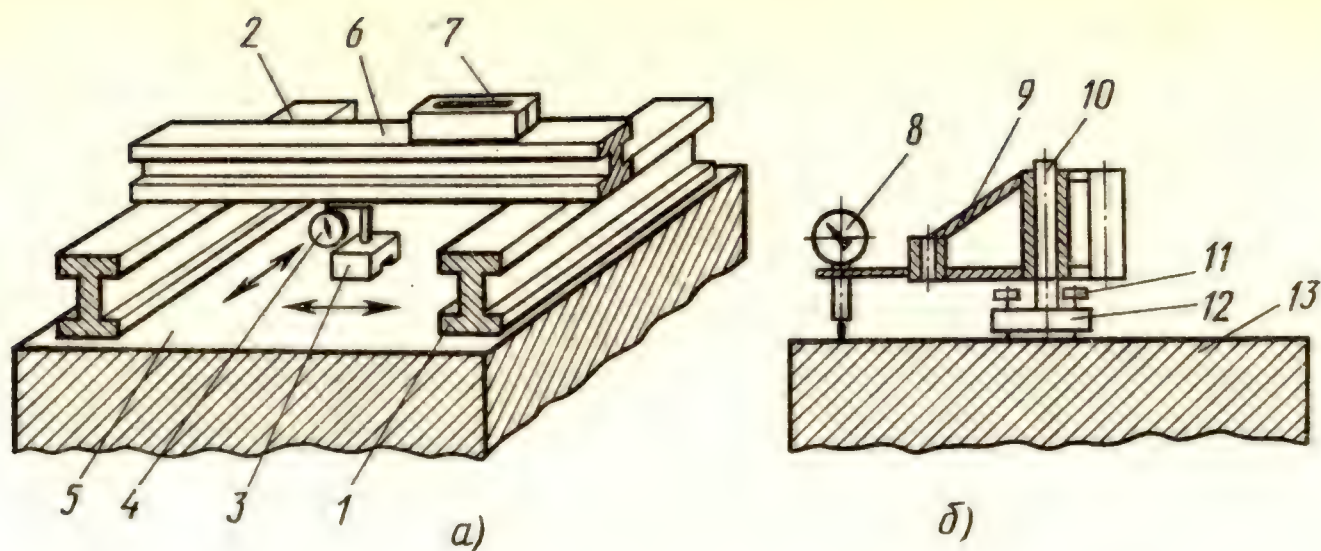


Рис. 174. Средства контроля плоскостности поверхности:

а — накладное измерительное устройство, б — плоскомер ЭНИМСа; 1 — регулируемые опоры, 2, 6 — линейки, 3 — штатив, 4 — измерительная головка, 5, 13 — контролируемые поверхности, 7 — уровень, 8 — индикатор, 9 — кронштейн, 10 — колонна, 11 — винты, 12 — основание

ты, струны и оптико-механические приборы, в которых исходной прямой служит луч света. Методы контроля плоскостности и прямолинейности с использованием этих устройств и приборов были подробно описаны в гл. 9, поэтому в настоящем параграфе рассмотрим средства и методы контроля, которые применяют на контрольных постах механических цехов при оценке качества обработки плоских поверхностей.

Для измерения отклонений от плоскостности используют устройства, обеспечивающие создание исходной плоскости, относительно которой производят измерения.

Накладное измерительное устройство (рис. 174, а) состоит из двух поверочных линеек 2, которые устанавливают на контролируемую поверхность 5 на регулируемых опорах 1. С помощью уровня 7 и поперечной линейки 6 рабочие поверхности линеек 2 выставляют в одной плоскости, являющейся базовой при измерениях. На контролируемую поверхность 5 устанавливают штатив 3 с закрепленной на нем измерительной головкой 4, наконечник которой касается поверхности линейки 6. Перемещая штатив 3 и линейку 6, по отклонению стрелки индикатора определяют качество обработки контролируемой поверхности.

Плоскомер конструкции ЭНИМСа (рис. 174, б) представляет собой колонну 10, установленную в основании 12. Положение колонны относительно контролируемой поверхности 13 регулируется с помощью винтов 11. По измерительному индикатору 8, установленному в кронштейне 9, определяют отклонение контролируемой поверхности от плоскостности.

§ 5. КОНТРОЛЬ РЕЗЬБ

Виды контроля. Различают два вида контроля резьб — комплексный и дифференциальный.

Комплексный контроль, являющийся наиболее

распространенным, осуществляют с помощью резьбовых калибров. Для комплексного контроля применяют также и проекционный способ, заключающийся в сравнении действительного и образцового контуров резьбы. С помощью специальных проекторов различных типов на экране получают увеличенное изображение действительного контура резьбы, а затем визуально сравнивают его с предельными контурами.

Д и ф ф е р е н ц и а л ь н ы й к о н т р о л ь, т. е. отдельный контроль каждого параметра резьбы, осуществляется при проверке резьбовых калибров, резьбонарезных инструментов, ходовых и микрометрических винтов, а также в тех случаях, когда необходимо установить точность какого-либо параметра резьбы. Для дифференциального контроля используют как универсальные, так и специальные средства измерения.

Измерение параметров наружных резьб. Средний диаметр наружной резьбы измеряют двумя основными способами. При одном из них пользуются микрометром с резьбовыми вставками (рис. 175, а). Установка микрометра осуществляется по образцу 3. Резьбовые вставки 1 и 2 устанавливают в специальные гнезда: призматическую вставку 2 — в пятку, а конусную 1 — в микрометрический винт. Для контроля метрических резьб всех размеров используют набор, состоящий из семи пар вставок. Точность измерения в этом случае достигает 0,1 мм.

Способ измерения среднего диаметра наружной резьбы с помощью калибровочных проволок (рис. 175, б) обеспечивает большую точность, чем первый. Этот способ является косвенным, так как с помощью микрометра измеряют размер M , который связан со средним диаметром d_2 следующей зависимостью: $d_2 = M - d_{np} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2}\right) + P/2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha/2$, где α — угол профиля; P — шаг резьбы. Для метрической резьбы эта зави-

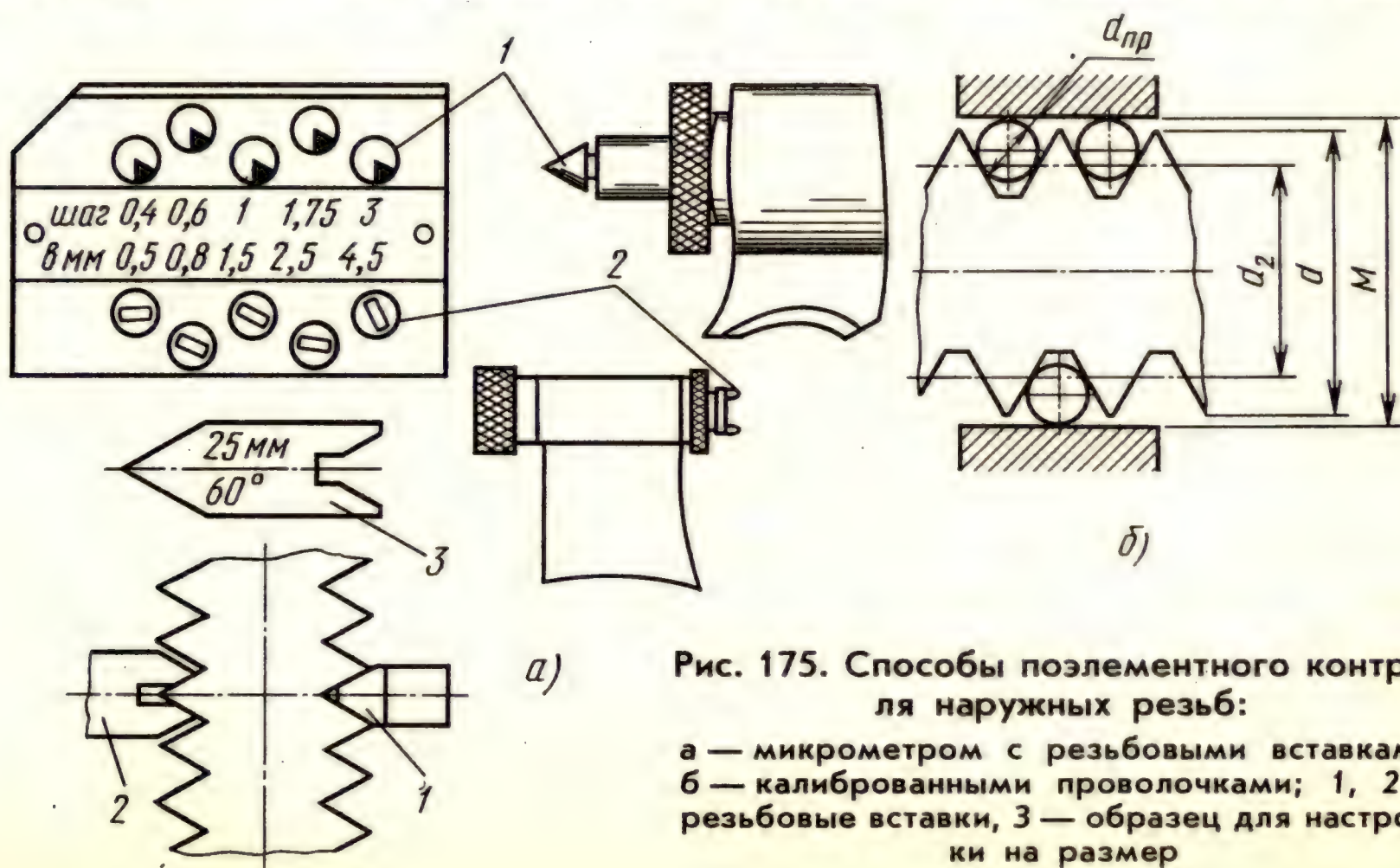


Рис. 175. Способы поэлементного контроля наружных резьб:

а — микрометром с резьбовыми вставками, б — калиброванными проволочками; 1, 2 — резьбовые вставки, 3 — образец для настройки на размер

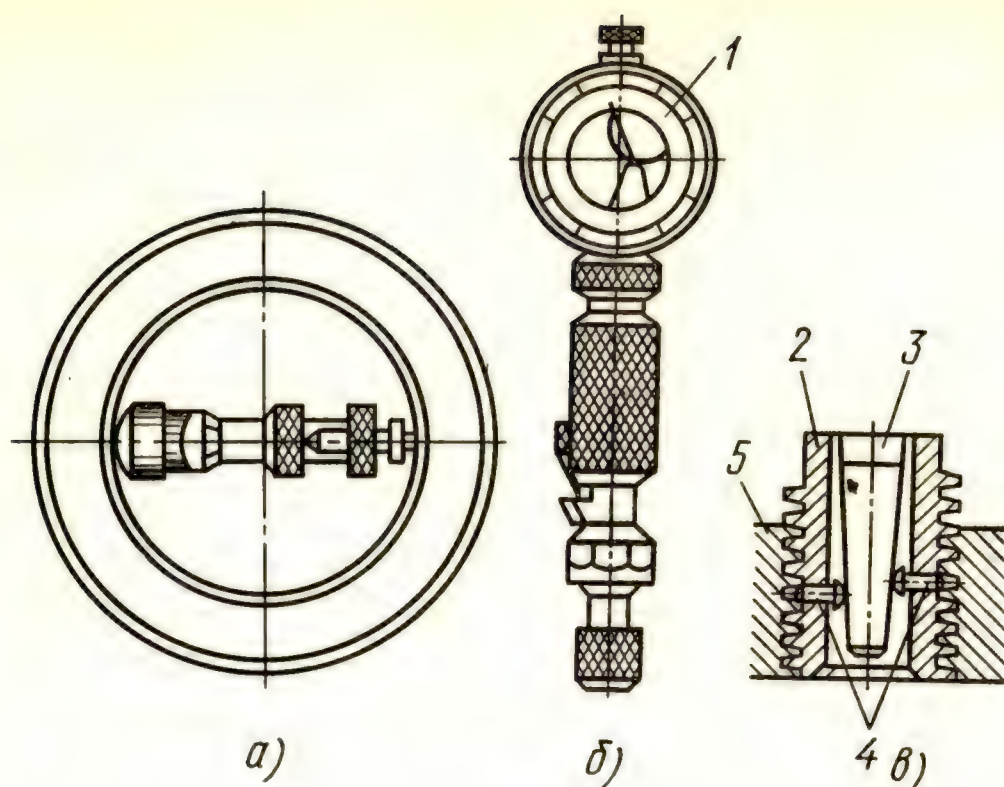


Рис. 176. Схемы измерения среднего диаметра внутренних резьб микрометрическим нутромером (а), индикаторным нутромером с пробковой вставкой (б) и резьбовая пробка (в):

1 — индикатор, 2 — резьбовая пробка, 3 — коническая игла, 4 — сферические вставки, 5 — контролируемая резьба

симость принимает более простую форму: $d_2 = M - 3d_{\text{пр}} + 0,866P$, где $d_{\text{пр}}$ — диаметр калиброванных проволочек, который выбирают в зависимости от шага измеряемой резьбы, используя справочники.

Параметры наружной резьбы измеряют также с помощью специальных и универсальных инструментальных микроскопов. Эти приборы имеют устройства, позволяющие определять не только средний, но и внутренний диаметр резьбы, ее шаг и половину угла профиля.

Измерение параметров внутренних резьб. Средний диаметр измеряют с помощью микрометрических нутромеров с резьбовыми вставками (рис. 176, а) и индикаторных нутромеров со сферическими или раздвижными пробковыми вставками (рис. 176, б). На рис. 176, в показана направляющая резьбовая пробка 2, которая ввинчивается с зазором в контролируемую резьбу 5. В пробку вмонтированы сферические вставки 4. Их перемещение осуществляется конической иглой 3, а фиксируется индикатором 1.

Измерение со сферическим наконечником, аналогичное измерению среднего диаметра наружной резьбы с помощью калиброванных проволочек, используют для резьбовых отверстий $\varnothing \geq 18$ мм. Контроль резьбовых отверстий малого диаметра (до 18 мм) осуществляют по слепкам или отливкам. Заливая резьбовое отверстие специальным сплавом, получают отливки с наружной резьбой, параметры которой контролируют приведенными выше способами.

§ 6. КОНТРОЛЬ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Корпусные детали в большинстве случаев представляют собой полые стальные, чугунные или алюминиевые коробки с различными перегородками или ребрами. Как правило, корпусные детали имеют несколько рабочих поверхностей, требующих обработки. Положение этих поверхностей регламентировано относительно базовой поверхности, а также относительно друг друга, что определяет применение различных методов

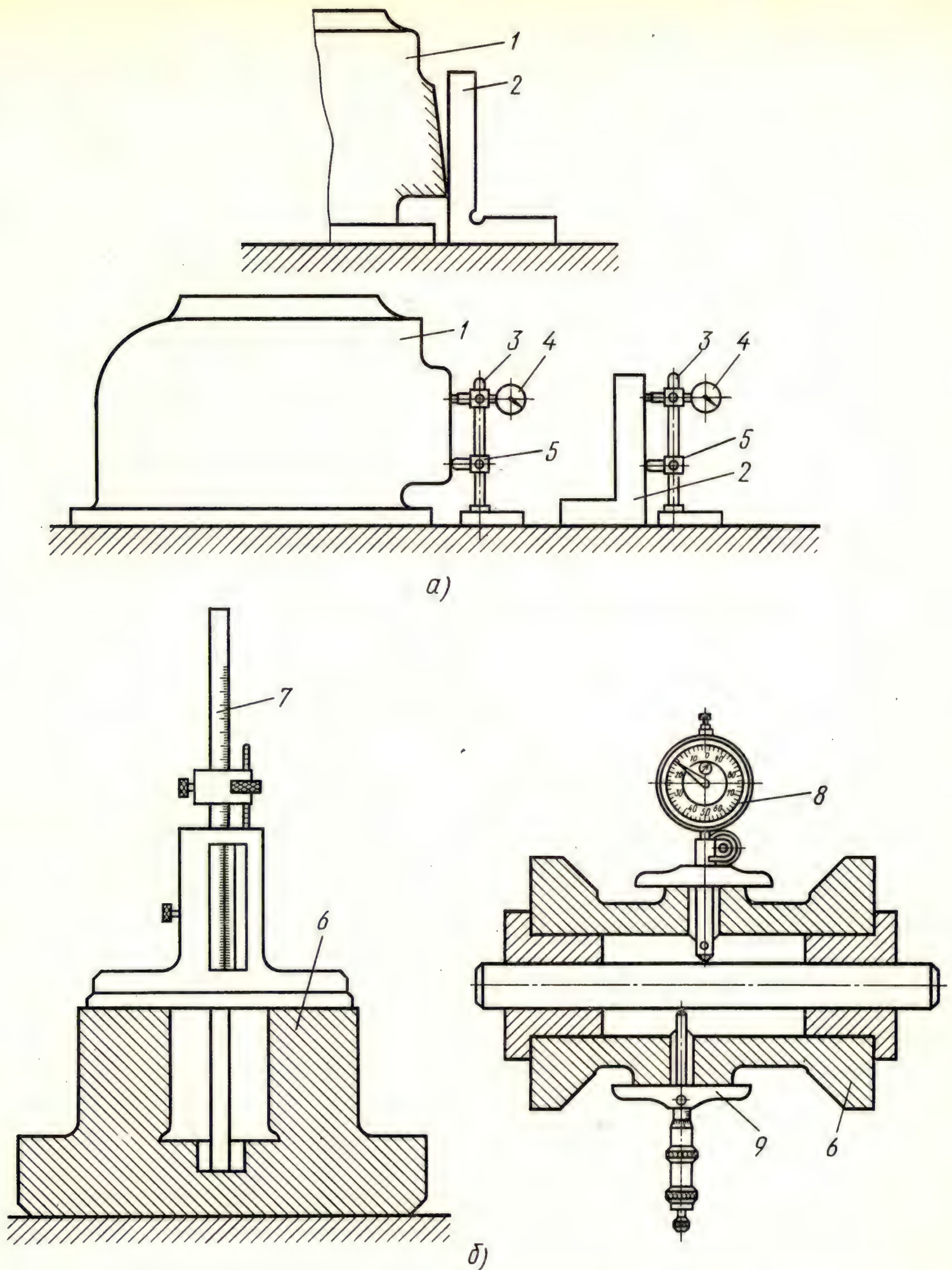


Рис. 177. Контроль корпусной детали выполнением проверок перпендикулярности торцевой поверхности основанию (а), глубины пазов (б) и комплексный контроль (в):

1, 6 — корпусные детали, 2 — угольник, 3 — стойка, 4 — микрометр, 5 — зажим, 7 — штангенглубиномер, 8, 9 — индикаторный и микрометрический глубиномеры, 10, 14 — индикаторы, 11 — кольцо, 12 — упор, 13 — оправка, 15 — штангенрейсмас, 16 — блок концевых мер длины

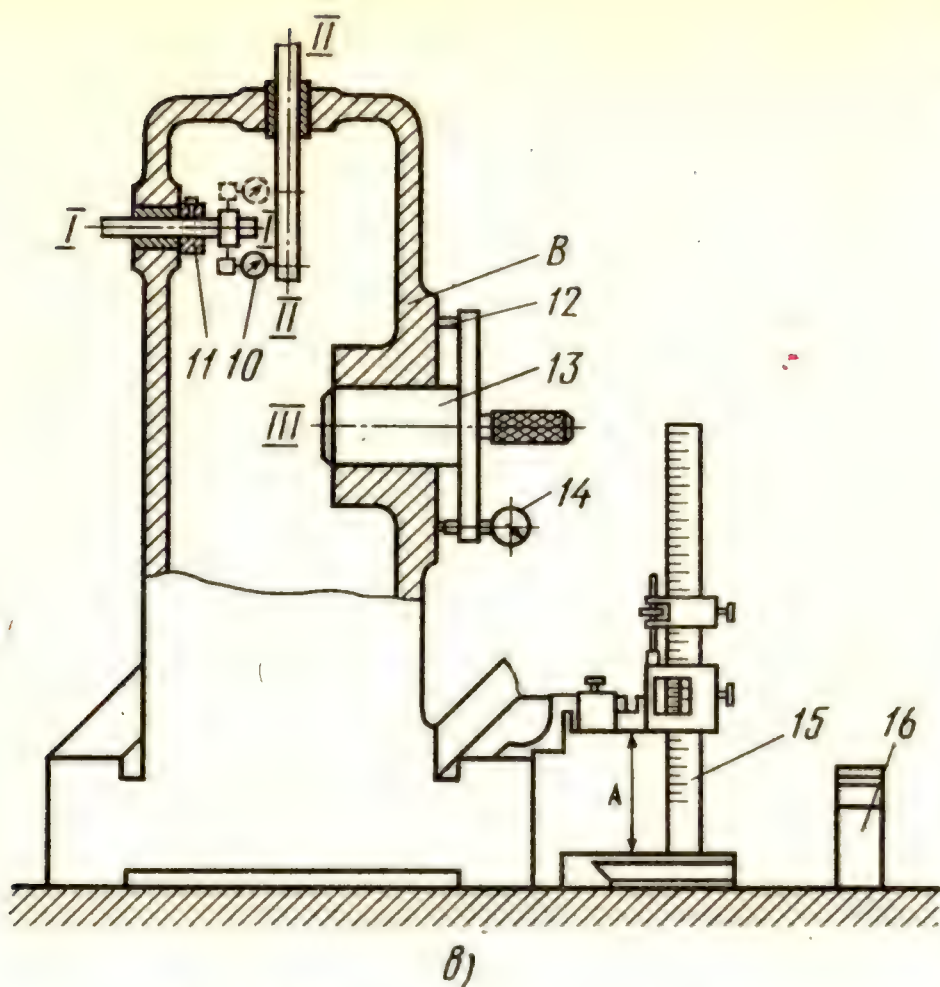


Рис. 177, в. Продолжение

контроля при проверке качества обработки корпусов. Контроль корпусных деталей заключается в проверке следующих основных параметров:

размеров и геометрической формы отверстия; соосности нескольких отверстий, расположенных в различных стенках корпуса;

параллельности и перпендикулярности осей отверстий друг относительно друга или относительно других поверхностей; глубины пазов и отверстий;

прямолинейности поверхностей;

взаимного расположения поверхностей;

перпендикулярности торцевых поверхностей осям отверстий или другим поверхностям.

Некоторые из перечисленных видов контроля были уже описаны в этой главе, а также в гл. 8, поэтому в настоящем параграфе остановимся только на тех из них, которые ранее не рассматривались.

Контроль перпендикулярности торцевой поверхности корпусной детали 1 относительно основания осуществляется с помощью угольника, щупа и предварительно установленного по угольнику 2 микрометра 4, закрепленного на стойке 3 зажимами 5 (рис. 177, а).

Глубину пазов и отверстий в корпусной детали 6 (рис. 177, б) измеряют с помощью штангенглубиномера 7, а также индикаторного 8 и микрометрического 9 глубиномеров.

При комплексном контроле корпусной детали (рис. 177, в) размер А проверяют штангенрейсмасом 15, установленным на заданный размер с помощью блока концевых мер длины 16, а перпендикулярность осей отверстий I—I и II—II определяют, применяя две оправки, на одной из которых жестко закреплен индикатор 10. Произвольное продольное перемещение оправки предупреждают, используя закрепленное на ней кольцо 11.

Перпендикулярность плоскости В оси III проверяют с помощью приспособления, состоящего из оправки 13, закрепленного во фланце упора 12 и индикатора 14. Оправку вводят в отверстие и поворачивают.

Отклонение от перпендикулярности определяют по индикатору 14.

§ 7. КОНТРОЛЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Общие сведения. Зубчатые колеса имеют самое широкое применение во всех отраслях машиностроения, так как практически при конструировании большинства механизмов, машин, станков нельзя обойтись без зубчатых передач. Для получения в процессе механической обработки качественных зубчатых колес, отвечающих заданным нормам точности, необходимо контролировать не только те механические операции, которые непосредственно связаны с формообразованием зубьев, но и все операции механической обработки, предшествующие зубонарезанию, так как некачественная предварительная механическая обработка может привести к появлению брака при зубонарезании.

Контроль цилиндрических зубчатых колес. Прежде чем приступить к рассмотрению методов контроля параметров цилиндрических зубчатых колес, а также применяемых при контроле приспособлений и инструментов, следует ознакомиться с основными элементами зубчатого зацепления (рис. 178).

Профиль зуба — кривая, по которой очерчена боковая поверхность зуба.

Начальная окружность D_f — окружность, очерченная из центра зубчатого колеса и проходящая через центр зацепления.

Делительная окружность — окружность, совпадающая с начальной окружностью при правильном зацеплении некорректированных зубчатых колес.

Основная окружность D_0 — окружность, центр которой совпадает с центром колеса и по которой катится без скольжения прямая, образующая эвольвентный профиль.

Окружной шаг t — расстояние между двумя одноименными точками двух соседних профилей зубьев, измеренное по делительной окружности.

Основной шаг t_0 — расстояние между одноименными точками двух соседних профилей зубьев, измеренное по общей нормали к ним.

Толщина зуба S — длина дуги окружности между двумя разноименными профилями одного зуба, измеренная по делительной окружности.

Методы контроля предварительно обработанных заготовок цилиндрических зубчатых колес аналогичны методам контроля наружных и внутренних цилиндрических поверхностей и осуществляются с использованием тех же инструментов. Поэто-

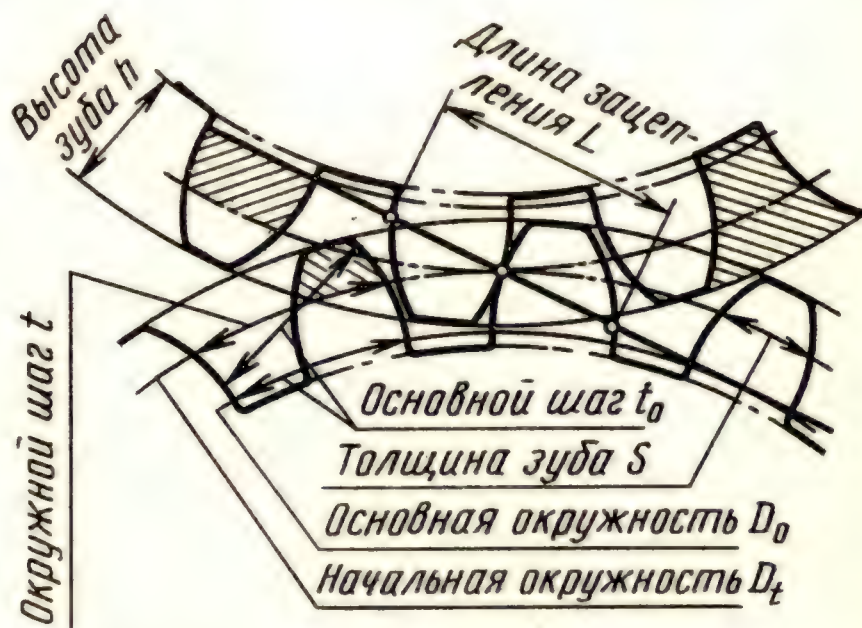


Рис. 178. Элементы зубчатого зацепления

му в настоящем параграфе рассмотрим только те методы, которые являются специфичными при контроле зубчатых колес.

В процессе контроля качества полностью изготовленного цилиндрического зубчатого колеса с целью проверки его соответствия требованиям чертежа или технических условий необходимо проверять следующие параметры: погрешность основного шага; погрешность окружного шага; радиальное биение; толщину зуба; смещение исходного контура; длину общей нормали; погрешности профиля; пятно контакта; межосевое расстояние; кинематическую точность; боковой зазор в цилиндрических зубчатых передачах.

Контроль погрешности основного шага осуществляют с помощью специального прибора — шагомера (рис. 179). Измерительный наконечник 1 подвешен на плоских пружинах. Его перемещение фиксируется отсчетным устройством 2, представляющим собой индикатор часового типа с ценой деления 0,001 мм. Второй измерительный (подвижный) наконечник 5 устанавливают винтом 3 в необходимое положение, которое определяется модулем контролируемого зубчатого колеса. Опорный наконечник 4 поддерживает прибор при измерениях и обеспечивает расположение линии зацепления по нормали к профилям. Шагомер настраивают с помощью блока концевых мер длины, размер которого равен размеру основного шага.

Контроль погрешности окружного шага производят также с помощью шагомера (рис. 180). Переставной наконечник 8 перемещается относительно шкалы корпуса 1 и закрепляется неподвижно винтом 9. Подвижный наконечник 7

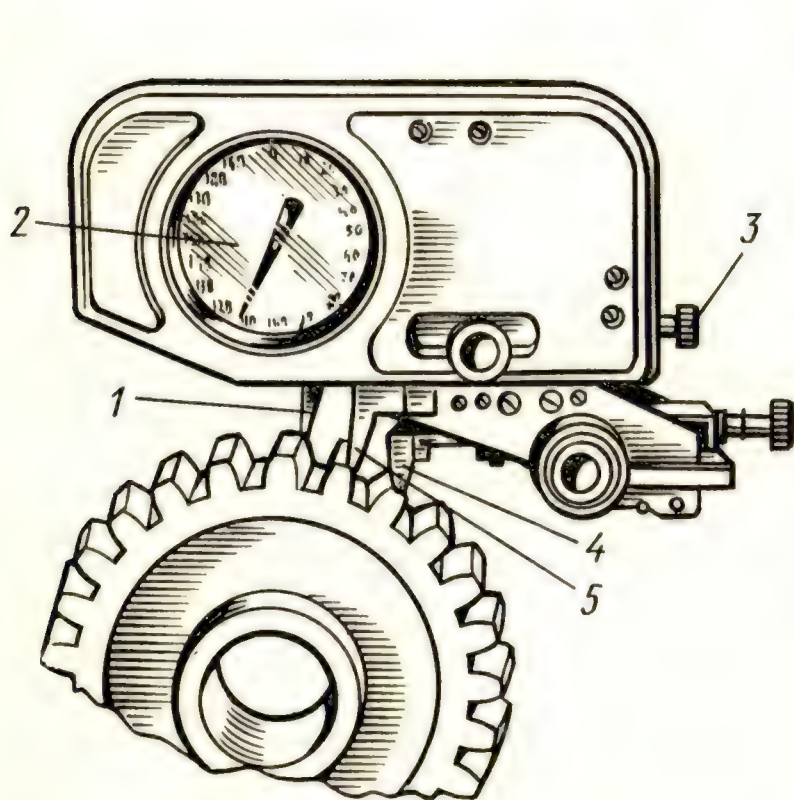


Рис. 179. Шагомер основного шага: 1, 4, 5 — измерительный, опорный и подвижный наконечники, 2 — отсчетное устройство, 3 — регулировочный винт

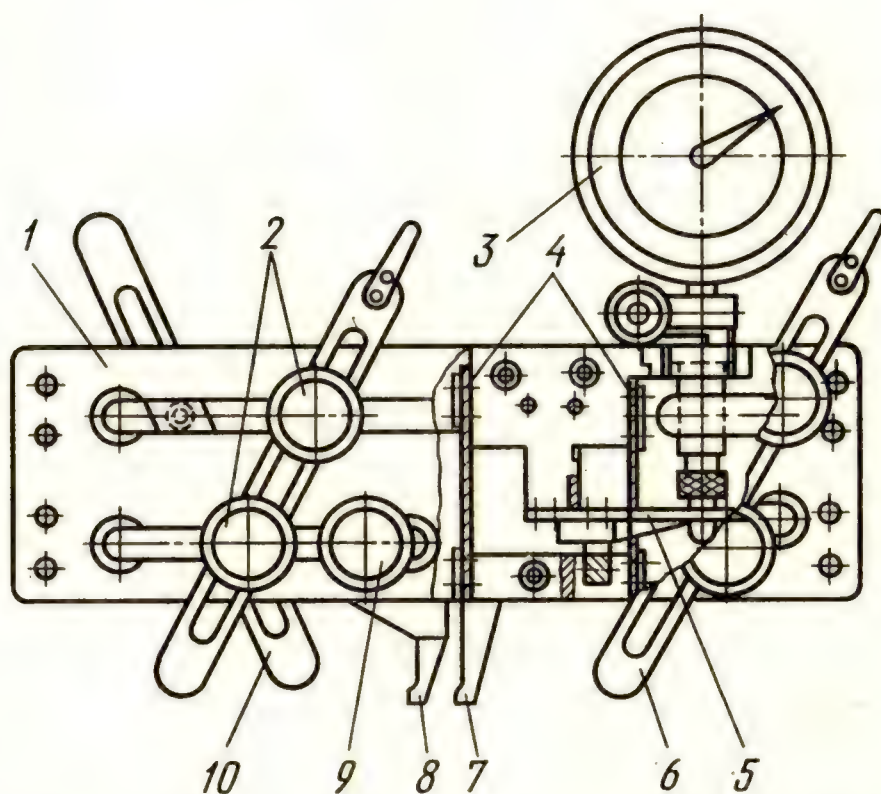


Рис. 180. Шагомер окружного шага: 1 — корпус, 2, 9 — винты, 3 — индикатор, 4 — подвес, 5 — угловой рычаг, 6, 10 — опорные ножки, 7, 8 — подвижный и переставной наконечники

закреплен на подвесе 4 и через угловой рычаг 5 передает движение индикатору 3, фиксирующему отклонение равномерности шага. Опорные ножки 6 и 10 перемещаются и закрепляются винтами 2.

Установка переставного наконечника на заданный размер осуществляется при его перемещении относительно корпуса до совпадения штриха, нанесенного на наконечник, со штрихом шкалы, соответствующим модулю контролируемого зубчатого колеса.

Контроль погрешности окружного шага осуществляется следующим образом. Шагомер накладывают на контролируемое колесо, добиваясь плотного контакта шариков, запрессованных в выступах передних опорных ножек, с торцом зубчатого колеса и контактирования их закругленной части с окружностью выступов. Шагомер последовательно переносят с одной пары зубьев на соседнюю до возвращения к исходной паре. При этом фиксируется отклонение стрелки индикатора.

Контроль радиального биения осуществляют с помощью специального прибора — биениметра (рис. 181), наконечник 3 которого может иметь различную форму, но должен касаться поверхностей двух соседних зубьев по постоянной хорде. При контроле проверяемое зубчатое колесо 1 надевают на оправку 2. Наконечник 3 на измерительном стержне 4 перемещается под действием пружины в направляющей втулке 7 и прикрепленной к нему планкой 6 воздействует на наконечник 5 индикатора. Направляющая втулка 7 установлена в стойке 8. Измерения производят поочередно, вводя наконечник во все впадины колеса. Радиальное биение определяют как разность между максимальным и минимальным показаниями индикатора.

Контроль толщины зуба производят, измеряя ее по постоянной хорде с помощью хордового зубомера — штангензубомера (рис. 182), имеющего две взаимно перпендикулярные шкалы 2 и 7. Одна из шкал предназначена для определения высоты, а другая — для измерения длины постоянной хорды. Перед началом измерения упор 4 устанавливают по нониусу 3 на размер, равный высоте, по которой предполагается измерять длину постоянной хорды, и закрепляют в этом положении. Измерительные губки 1 и 5 после установки зубомера упором 4 на окружность выступов проверяемого колеса сдвигают до соприкосновения подвижной губки 5 с профилем зуба.

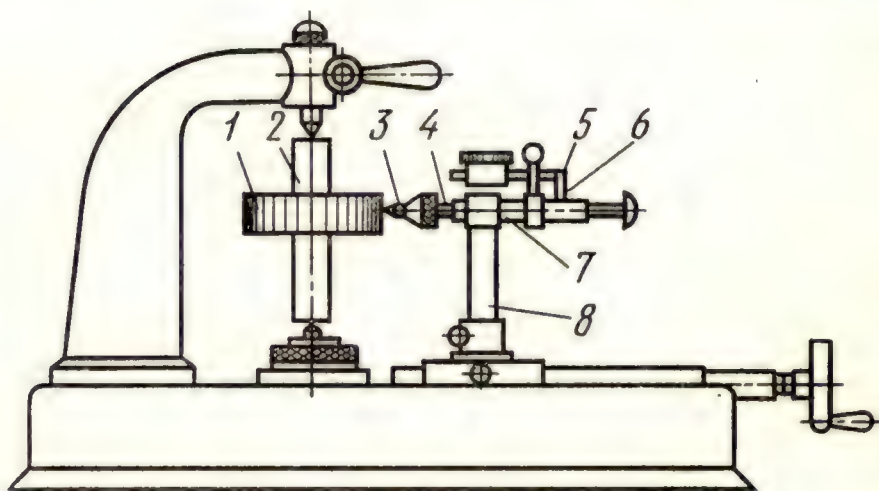


Рис. 181. Биениметр:

1 — контролируемое колесо, 2 — оправка, 3 — наконечник, 4 — измерительный стержень, 5 — наконечник индикатора, 6 — планка, 7 — направляющая втулка, 8 — стойка

Длину проверяемой хорды определяют по нониусу 6.

Контроль смещения исходного контура осуществляют с помощью зубомера смещения — тангенциального зубомера (рис. 183). Плоскости измерительных губок 2 и 7 воспроизводят контур исходной рейки. Расстояние между измерительными губками изменяется винтом 5. Настройка зубомера на исходный контур производится с помощью ролика 1, диаметр которого соответствует модулю проверяемого колеса. Положение губок после настройки фиксируется винтом 3. Если положение действительного контура не соответствует номинальному, то по положению наконечника 6 индикатора 4 можно установить смещение исходного контура.

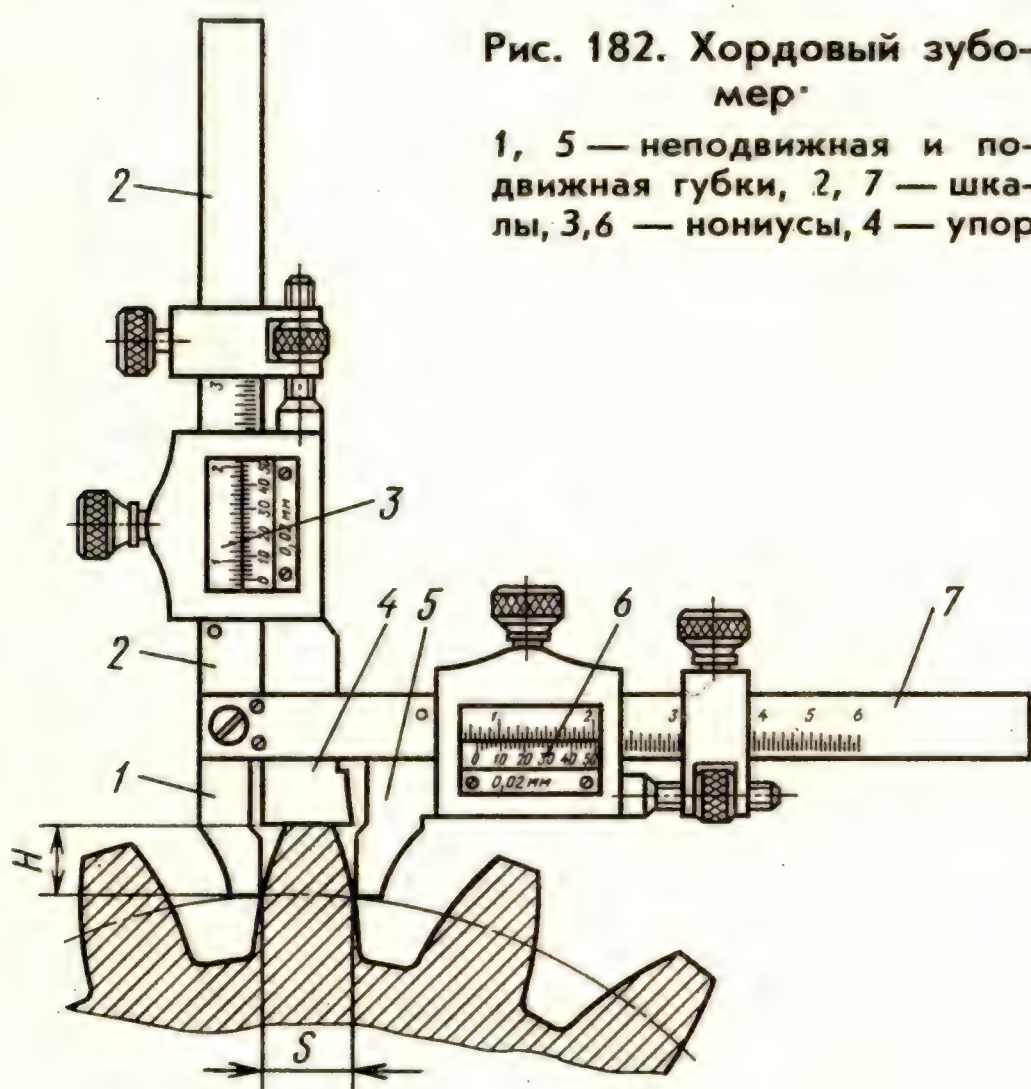
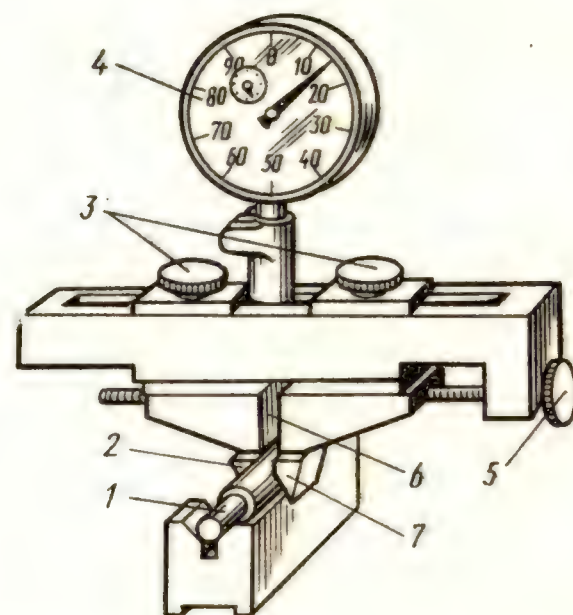


Рис. 182. Хордовый зубомер

1, 5 — неподвижная и подвижная губки, 2, 7 — шкалы, 3, 6 — нониусы, 4 — упор

Рис. 183. Зубомер смещения:

1 — ролик, 2, 7 — измерительные губки, 3 — винты крепления ножек, 4 — индикатор, 5 — регулировочный винт, 6 — наконечник индикатора



Контроль длины общей нормали (W) осуществляют с помощью зубомерного микрометра (рис. 184, а) или индикаторного нормалеметра (рис. 184, б). Порядок измерения общей нормали зубомерным микрометром ясен из рисунка и не требует дополнительных пояснений.

Индикаторный нормалеметр имеет трубку 1, по которой может двигаться разрезная втулка 2 с жестко закрепленной на ней переставной губкой 3. Подвижная измерительная губка 4 перемещается параллельно трубке 1 на плоских пружинах 5. Движение губки 4 осуществляется через угловой рычаг 6, имеющий соотношение плеч 2:1, и передается на индикатор 7. Разная длина плеч рычага 6 обеспечивает увеличение точности измерений индикатора в 2 раза. Отклонение длины общей нормали от номинального значения определяется как разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора.

Контроль погрешности профиля заключается в

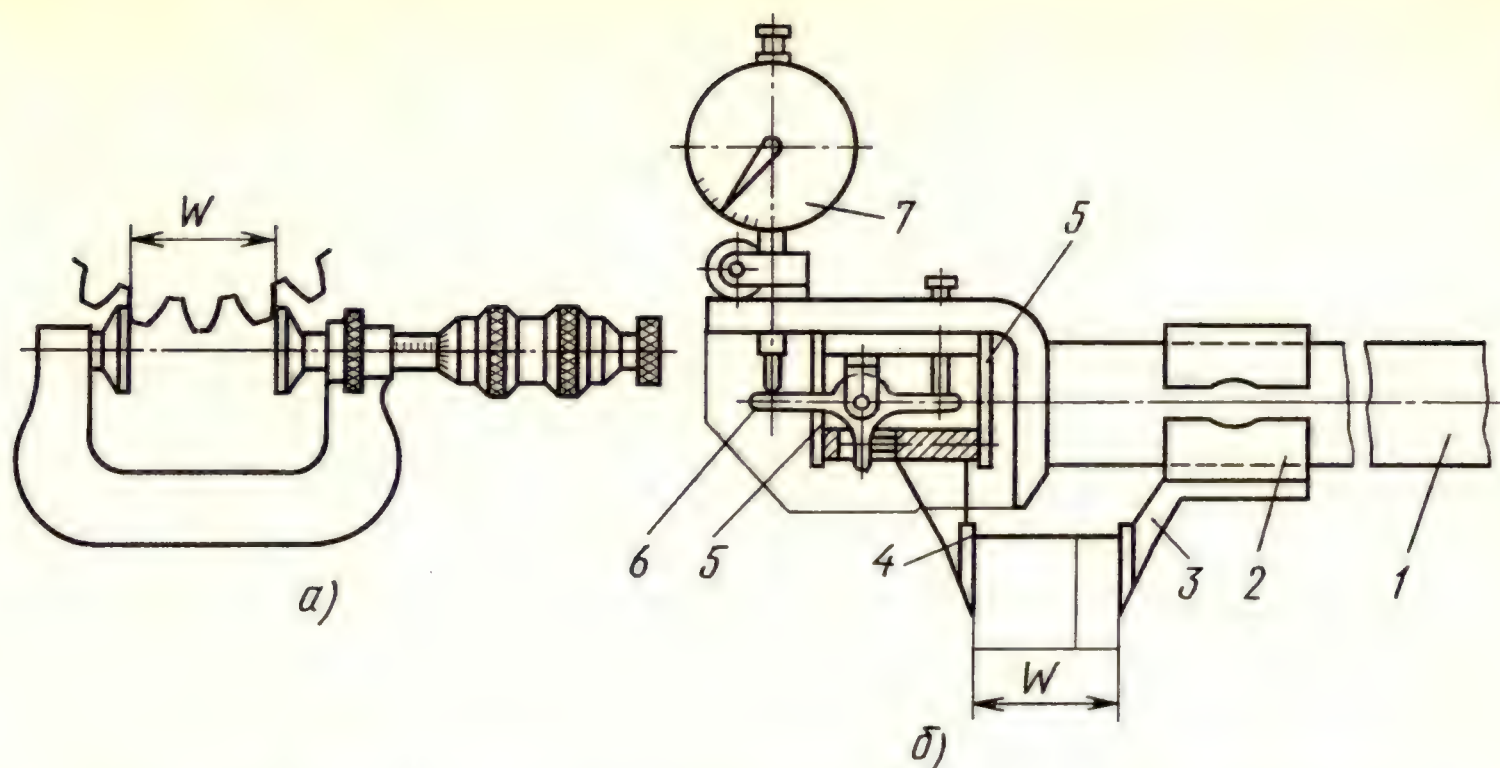


Рис. 184. Инструмент для контроля длины общей нормали:
 а — зубомерный микрометр, б — индикаторный нормалеметр; 1 — трубка, 2 — разрезная втулка, 3, 4 — переставная и подвижная губки, 5 — пружина, 6 — угловой рычаг, 7 — индикатор

сопоставлении действительного эвольвентного профиля зуба колеса с его теоретической формой. Осуществляется это на специальном приборе — эвольвентометре (рис. 185). Проверяемое зубчатое колесо 7 устанавливают на одной оси со сменным диском 8, который выбирают таким образом, чтобы его диаметр был равен диаметру основной окружности проверяемого колеса. Диск 8 пружиной прижимается к обкатывающей линейке 6, которая крепится на каретке 3 прибора. Каретку перемещают с помощью ходового винта 4, при этом движение передается диску и проверяемому колесу. При передаче движения каждая точка линейки описывает относительно диска эвольвенту. Над линейкой в одной с ней вертикальной плоскости расположен наконечник рычага 5, который вторым концом соприкасается с наконечником индикатора 1. Шкала 9 служит для определения развернутости колес, а шкала 2 — для определения смещения каретки из исходного положения, при котором наконечник касается профиля зуба на радиусе основной окружности.

Контроль проводят следующим образом. Измерительный наконечник рычага 5 устанавливают на боковую поверхность зуба у его основания, а индикатор — в нулевое положение. При вращении винта 4 наконечник скользит по профилю зуба. В случае отклонения профиля от заданного наконечник получает угловое

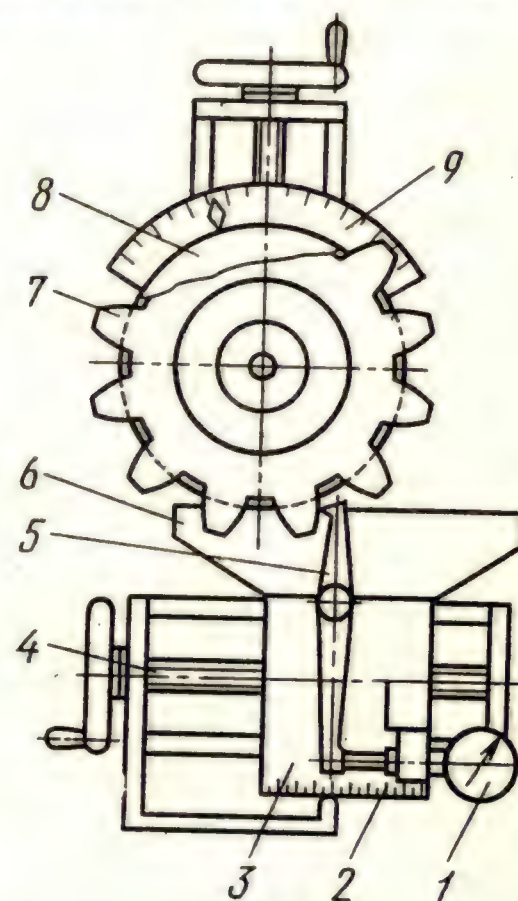


Рис. 185. Эвольвентометр:
 1 — индикатор, 2, 9 — шкалы, 3 — каретка прибора, 4 — ходовой винт, 5 — рычаг, 6 — обкатывающая линейка, 7 — проверяемое зубчатое колесо, 8 — сменный диск

перемещение, которое фиксируется индикатором 1. По окончании проверки профиля одного зуба каретку возвращают в исходное положение и переходят к контролю следующего зуба. Последовательность выполнения контроля сохраняется.

Контроль пятна контакта был подробно рассмотрен в гл. 8.

Контроль межосевого расстояния относится к комплексному контролю и помимо проверки измерительного межосевого расстояния позволяет устанавливать отклонение толщины зубьев или смещение исходного контура.

Комплексная двухпрофильная проверка цилиндрических зубчатых колес осуществляется с помощью специального прибора (рис. 186). Эталонное зубчатое колесо устанавливают на оправку 2, жестко связанную с подвижной кареткой 3, а проверяемое колесо — на оправку 4 неподвижной каретки 5. Подвижная каретка 3 под действием пружины прижимает эталонное зубчатое колесо к проверяемому, обеспечивая плотное зацепление. Номинальное межосевое расстояние устанавливают с помощью или концевых мер длины, которые помещают между оправками 2 и 4, или специальных дисков, надеваемых на оправки. Вращая зубчатые колеса, по индикатору 1 определяют отклонение от номинального межосевого расстояния.

Контроль кинематической точности заключается в комплексной проверке зубчатых колес в однопрофильном зацеплении с измерительным колесом, червяком или рейкой. Сущность контроля (рис. 187, а) заключается в определении с помощью устройства 3 разности углов поворота двух ведомых звеньев, одно из которых представляет собой контролируемое колесо 2, находящееся в зацеплении с эталонным колесом 1, а другое — эталонную передачу 4 с заданным передаточным отношением, кинематической погрешностью которой можно пренебречь. Достоинством такого метода является соответствие условий зацепления при контроле условиям работы зубчатого колеса в механизме.

Для проверки зубчатых колес $\varnothing 40...300$ мм с модулем зацепления от 1 до 10 мм применяют прибор мод. БВ936 (рис. 187, б), который устроен следующим образом. Между рабочим 5 и натяжным 17 роликами натянута гибкая бесконечная стальная лента 6. Такая же лента натянута между рабочим 16 и натяжным 12 роликами. Гибкая лента 6 соединена с кареткой 7 и обеспечивает ее перемещение в продольном направлении. На каретке 7 расположен ролик, воздействующий при движении каретки на плечо прямоугольного рычага 8, ось поворота которого расположена на каретке 15. Вторым плечом рычаг 8 через ролик воздействует на каретку 9, заставляя ее перемещаться по направляющим. На каретке 9 расположена одна из частей индукционного преобразователя 10, соединенного поворотной частью с лентой 11.

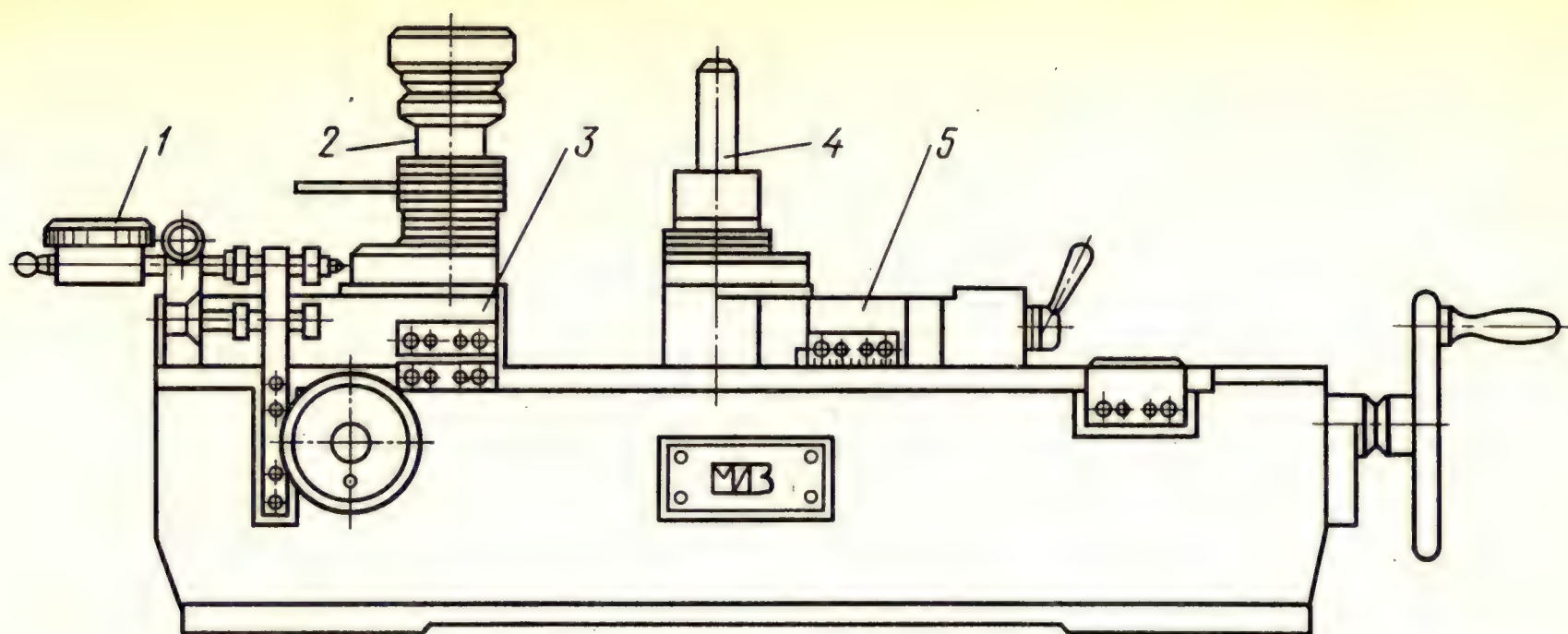


Рис. 186. Прибор для комплексной двухпрофильной проверки цилиндрических зубчатых колес:

1 — индикатор, 2, 4 — оправки, 3, 5 — подвижная и неподвижная каретки

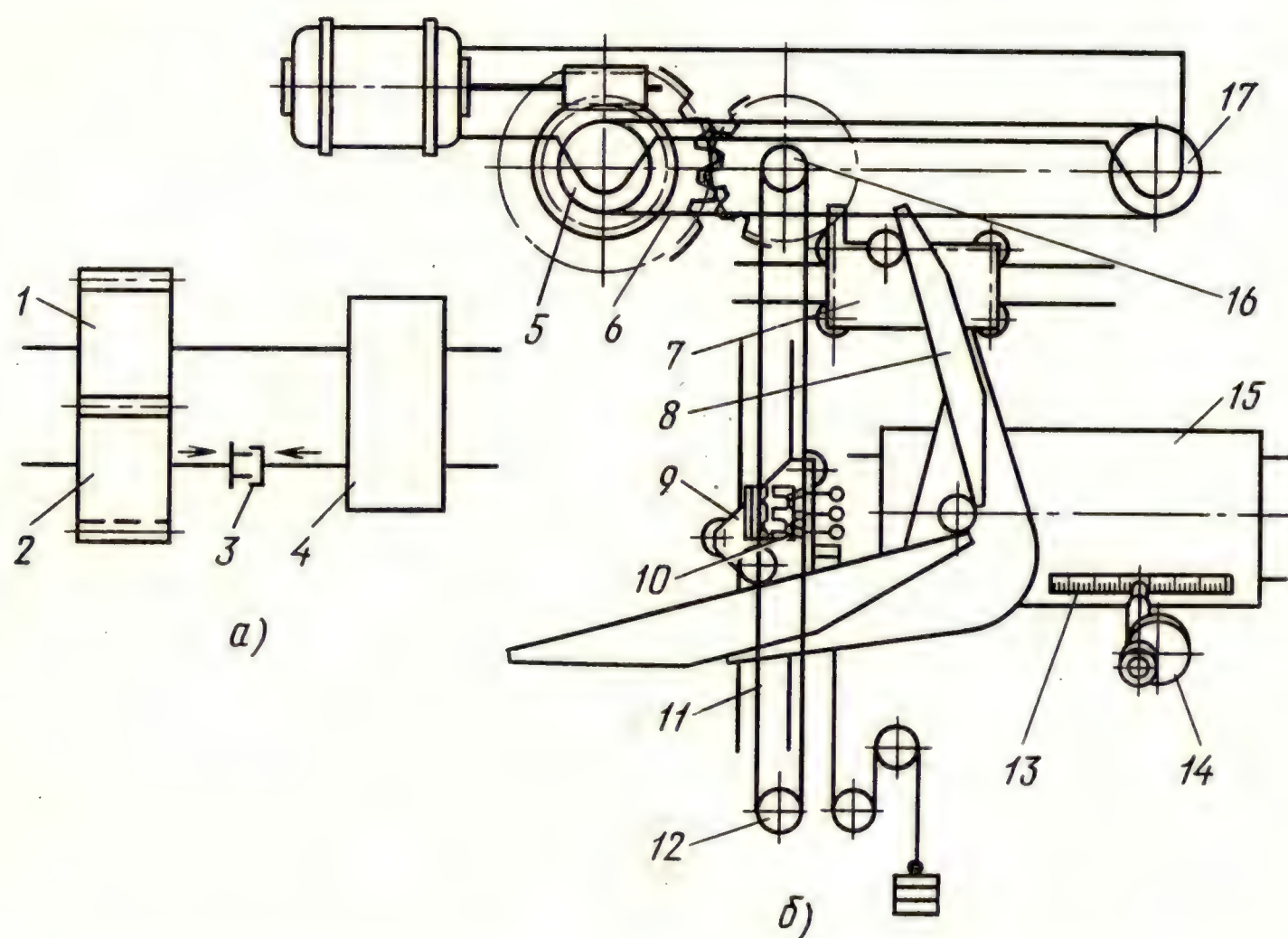


Рис. 187. Прибор для однопрофильного контроля кинематической точности цилиндрических зубчатых колес:

а — схема контроля, б — схема прибора; 1, 2 — эталонное и контролируемое колеса, 3 — измерительное устройство, 4 — эталонная зубчатая передача, 5, 16 — рабочие ролики, 6 — стальная лента, 7, 9, 15 — каретки, 8 — рычаг, 10 — индукционный преобразователь, 11 — стальная лента, 12, 17 — натяжные ролики, 13 — шкала, 14 — микроскоп

Контроль кинематической точности с помощью этого прибора осуществляют следующим образом. Контролируемое и измерительное колеса, которые находятся в однопрофильном зацеплении, устанавливают соосно рабочим роликам 5 и 16. При включении электродвигателя движение через ременную, зубчатую и червячную передачи передается ролику 5, а затем распределяется по двум направлениям — через зубчатую контро-

лируемую передачу и через эталонную передачу прибора. Погрешность контролируемой передачи вызывает относительное перемещение частей индуктивного преобразователя 10, вырабатываемый которым сигнал подается на самопишущий прибор с регистратором. Последний регистрирует сигнал в виде диаграммы кинематической погрешности. Настройку прибора на размер производят по шкале 13 и микроскопу 14 с величиной отсчета 0,001 мм.

Прибор обеспечивает контроль зубчатых колес от пятой степени точности, при этом измерительное колесо должно быть изготовлено по третьей степени точности.

Контроль бокового зазора осуществляется в собранной передаче. Методы и средства, применяемые при этом контроле, были подробно рассмотрены в гл. 8.

Контроль конических зубчатых колес. Основным видом контроля конических зубчатых колес является комплексная проверка межосевого расстояния. Ее осуществляют с помощью прибора, которым проверяют межосевое расстояние цилиндрических зубчатых колес (см. рис. 186), но при этом используют специальное устройство (рис. 188).

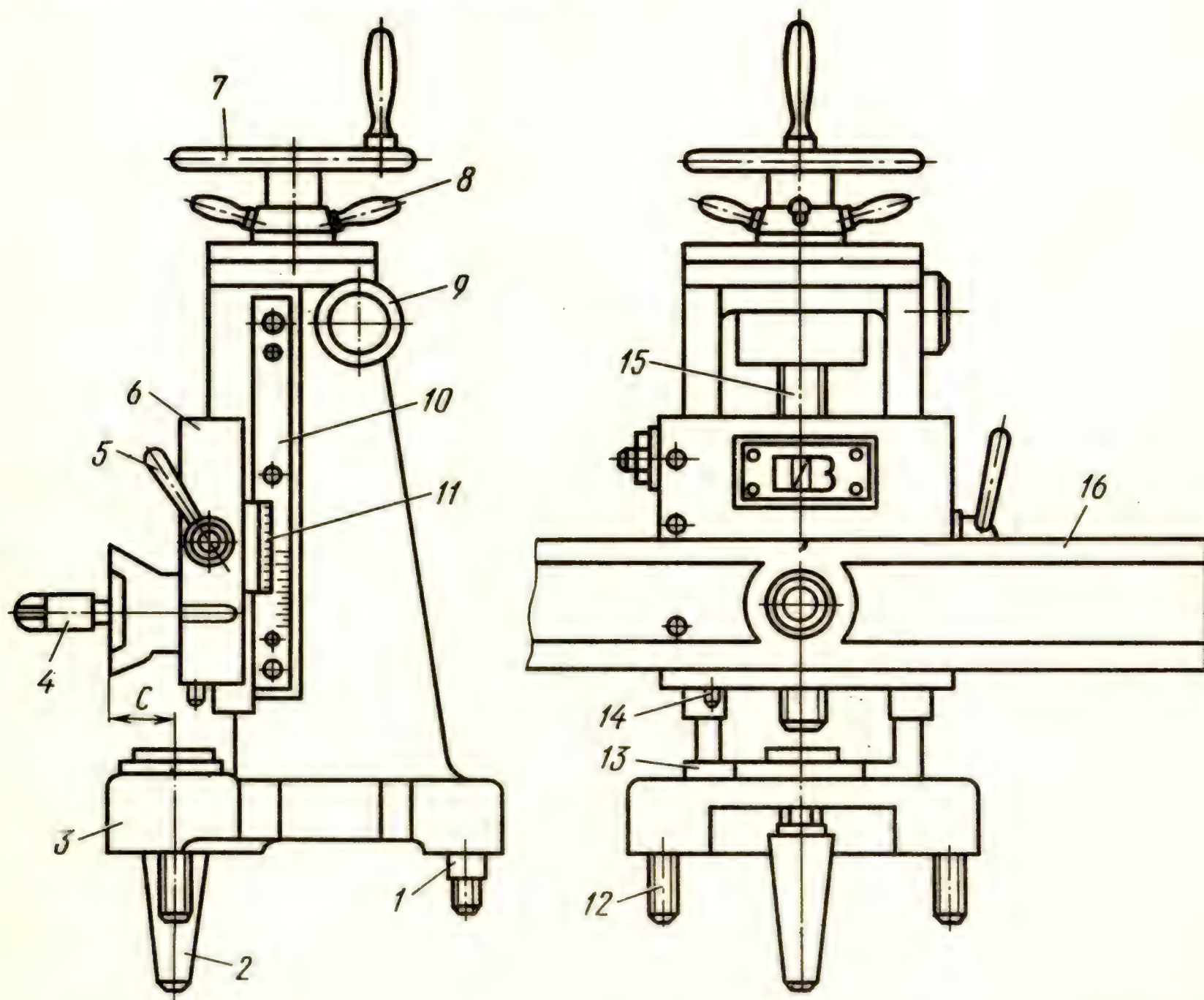


Рис. 188. Устройство для проверки межосевого расстояния в конических зубчатых передачах:

1, 12 — штифты, 2 — конус, 3 — кронштейн, 4 — коническая оправка, 5 — рукоятка, 6 — суппорт, 7 — маховик, 8 — фиксатор, 9 — стопорный винт, 10 — линейка, 11 — нониус, 13 — плата, 14 — винт, 15 — ходовой винт, 16 — направляющая суппорта

На неподвижную каретку прибора с помощью конуса 2 устанавливают кронштейн 3, положение которого в вертикальной плоскости определяется штифтами 1 и 12. В отверстие суппорта кронштейна 3 устанавливают коническую оправку 4, по нониусу 11 выверяют теоретическое расстояние от базовой торцевой поверхности колеса до оси сопряженного колеса и прибавляют размер C . Устанавливают и закрепляют проверяемое колесо. Суппорт 6 устанавливают по высоте, пользуясь линейкой 10 и нониусом 11. Вертикальное перемещение суппорта 6 осуществляется с помощью ходового винта 15, приводимого в движение от маховика 7. Для стопорения ходового винта от самопроизвольного или случайного поворота служат фиксатор 8 и стопорный винт 9. Суппорт 6 фиксируется в заданном положении рукояткой 5. Если требуется высокая точность установки по высоте, то наладку ведут с помощью блока концевых мер длины, который помещают между платой 13 и винтом 14.

Вращая колесо, установленное на кронштейне, по показаниям индикатора определяют отклонение межосевого расстояния.

Контроль червяков, червячных колес и червячных передач. Контроль точности червяков заключается в проверке отклонения винтовой линии, накопленной погрешности осевого шага и погрешности профиля. Проверка осуществляется с помощью универсального микроскопа или специального прибора.

У червячных колес проверяют разность соседних окружных шагов и накопленную погрешность шага.

Окончательный контроль червячной передачи заключается в комплексной проверке отклонений межосевого расстояния и расположения пятна контакта.

Для измерения межосевого расстояния червячных передач используют тот же прибор, с помощью которого контролируют этот параметр у цилиндрических зубчатых передач (см. рис. 186), устанавливая на него приспособление для контроля конических колес (см. рис. 188).

На горизонтальные направляющие 16 суппорта 6 (см. рис. 188) устанавливают бабки 1 и 6 (рис. 189), которые могут перемещаться по направляющим суппорта и крепятся к кронштейну рукоятками 3. Перемещение пиноли с центром 7 левой бабки осуществляется от маховика 2.

Вращение червяку, размещаемому в центрах, передается от маховика 5 правой бабки через цилиндрическую зубчатую передачу и поводок 4. По высоте суппорт устанавливают, пользуясь линейкой 10 и нониусом 11 (см. рис. 188), или с помощью блока концевых мер длины, высота которого определяется по схеме из условия $T = E + H$, где E — расстояние от опорной торцевой поверхности колеса до оси червяка; H — расстояние от оси горизонтальной оправки до оси центров (указано в аттестате прибора).

Неподвижную каретку прибора для измерения межосевого

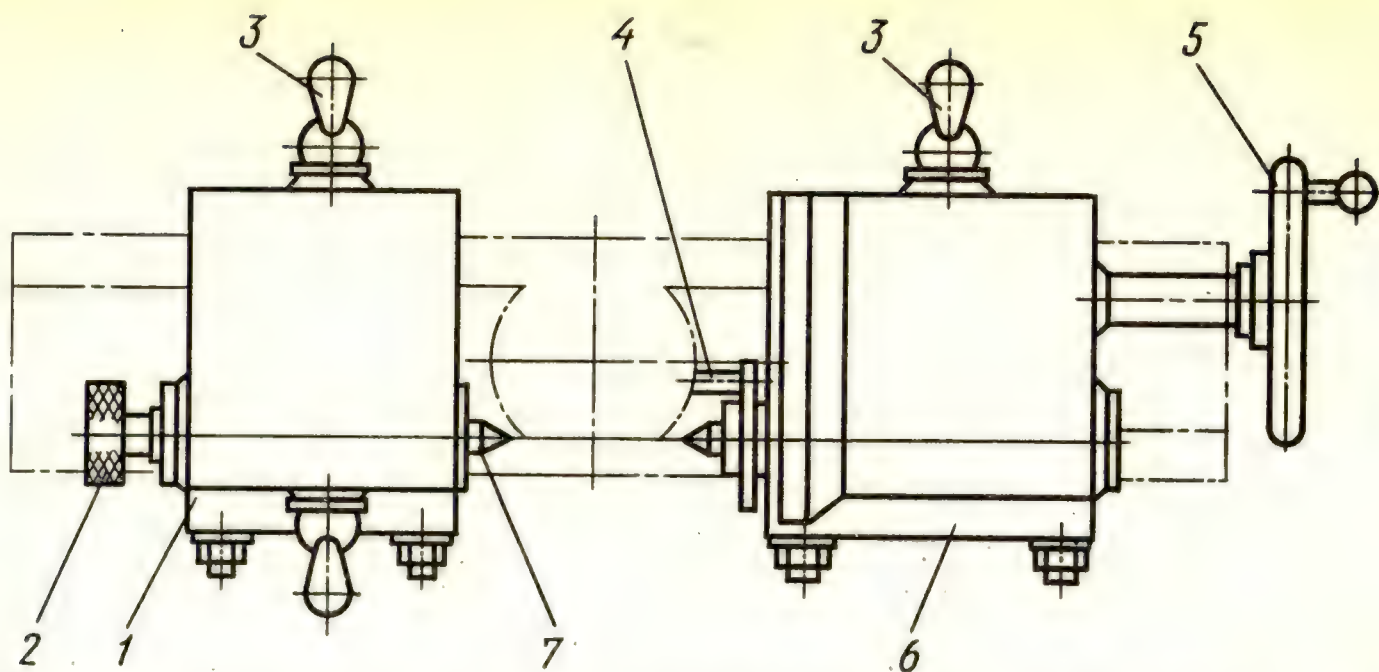


Рис. 189. Инструмент для контроля межосевого расстояния в червячных передачах:

1, 6 — бабки, 2, 5 — маховики, 3 — рукоятки, 4 — поводок, 7 — центр

расстояния цилиндрических колес устанавливают по линейке и нониусу на расстояние $T_1 = A_1 + B + C$, где A_1 — расстояние от оси червяка до оси колеса; B — расстояние от базовой торцевой поверхности кронштейна до оси центров бабок (указано в аттестате прибора); C — расстояние от базовой торцевой поверхности кронштейна до оси установочной оправки (указано в аттестате прибора). Неподвижную каретку закрепляют рукояткой, после чего устанавливают червяк и червячное колесо, подводят подвижную каретку и начинают измерения.

Определение качества червячной передачи по расположению пятна контакта было подробно рассмотрено в гл. 8.

§ 8. КОНТРОЛЬ ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Контроль шпоночных соединений. При контроле шпоночных пазов валов и втулок проверке подлежат геометрические размеры шпоночного паза (ширина, глубина, длина) и его расположение относительно оси вала и отверстия.

В серийном и массовом производстве контроль геометрических размеров осуществляется с помощью предельных калибров—пластины для проверки ширины паза (рис. 190, а) и калибра-пробки со ступенчатой шпонкой для проверки паза в отверстии (рис. 190, б). Глубину паза на валу контролируют калибрами-кольцами (рис. 191, а).

Симметричность расположения паза относительно оси вала проверяют с помощью накладной призмы с контрольным стержнем (рис. 191, б), а втулки — с помощью калибра-пробки (рис. 192). Кроме того, для контроля симметричности расположения шпоночного паза относительно оси вала могут применяться специальные приспособления (рис. 193). В корпусе 3 приспособления закрепляют сменный вкладыш 2, устанавливаемый в паз проверяемой детали 1. Положение паза контролируют по показаниям индикатора 6, усилие на который пере-

дается от измерительного нако-
нечника 4 через пружину 5. Из-
мерения проводят в нескольких
сечениях по длине вала, устанавли-
вая приспособление с двух сто-
рон поочередно. Симметричность
положения паза определяется по
разности показаний индикатора.

**Контроль шлицевых соедине-
ний.** Шлицевые соединения конт-
ролируют, как правило, комплекс-
ными измерительными прибора-
ми — калибрами-пробками (рис.
194, а) и калибрами-кольцами
(рис. 194, б). При использовании
комплексных калибров изделие
считают годным, если калибр-
пробка проходит в отверстие, а
диаметр и ширина паза не выходят за установленные пределы,
а вал считают годным, если калибр-кольцо свободно проходит
по нему, а диаметр и толщина зуба не выходят за установлен-
ное нижнее предельное отклонение.

Помимо комплексного контроля деталей шлицевого соеди-
нения комплексными калибрами осуществляют поэлементный
контроль основных элементов соединения с помощью различ-
ных измерительных инструментов.

Положение шлицев и пазов относительно центрирующего
диаметра определяют следующим образом (рис. 195, а). Вал 1
устанавливают на призмах 2 с помощью индикатора, выставляя
его по боковым поверхностям шлицев в нулевое положение.
Затем поворачивают вал на 180° и устанавливают его таким
образом, чтобы показания индикатора при его перемещении
по двум боковым поверхностям шлицев были одинаковы. Эти
равные показания определяют отклонение положения шлицев
относительно центрирующего диаметра.

Отклонение шлицев относительно оси центрирующего диа-

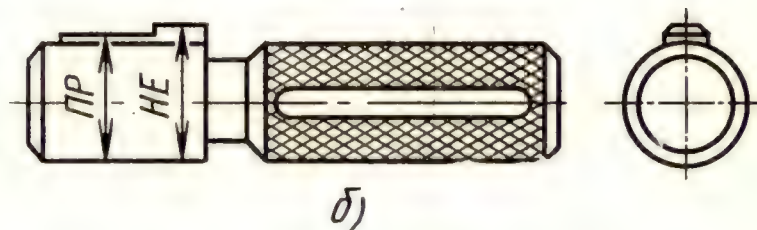
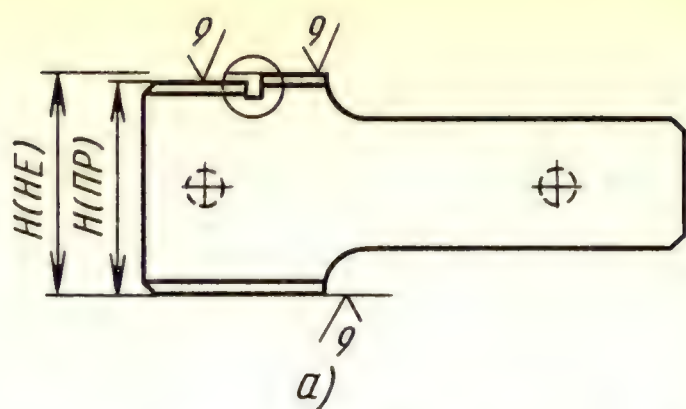


Рис. 190. Предельные калибры для
контроля шпоночных пазов во втул-
ках:

а — пластина для контроля ширины па-
за, б — калибр-пробка

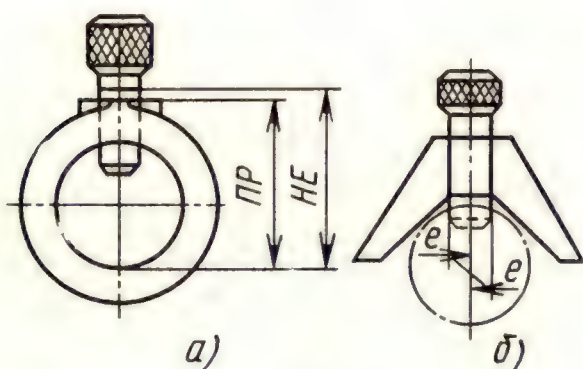


Рис. 191. Калибры для
контроля шпоночных па-
зов на валу:

а — предельный калибр-
кольцо, б — накладная при-
зма

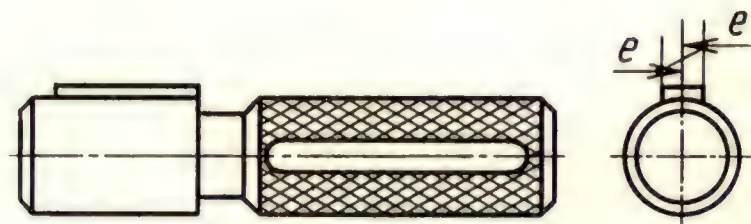


Рис. 192. Калибр-пробка для контро-
ля симметричности распо-
ложения шпоночного паза в отверстии

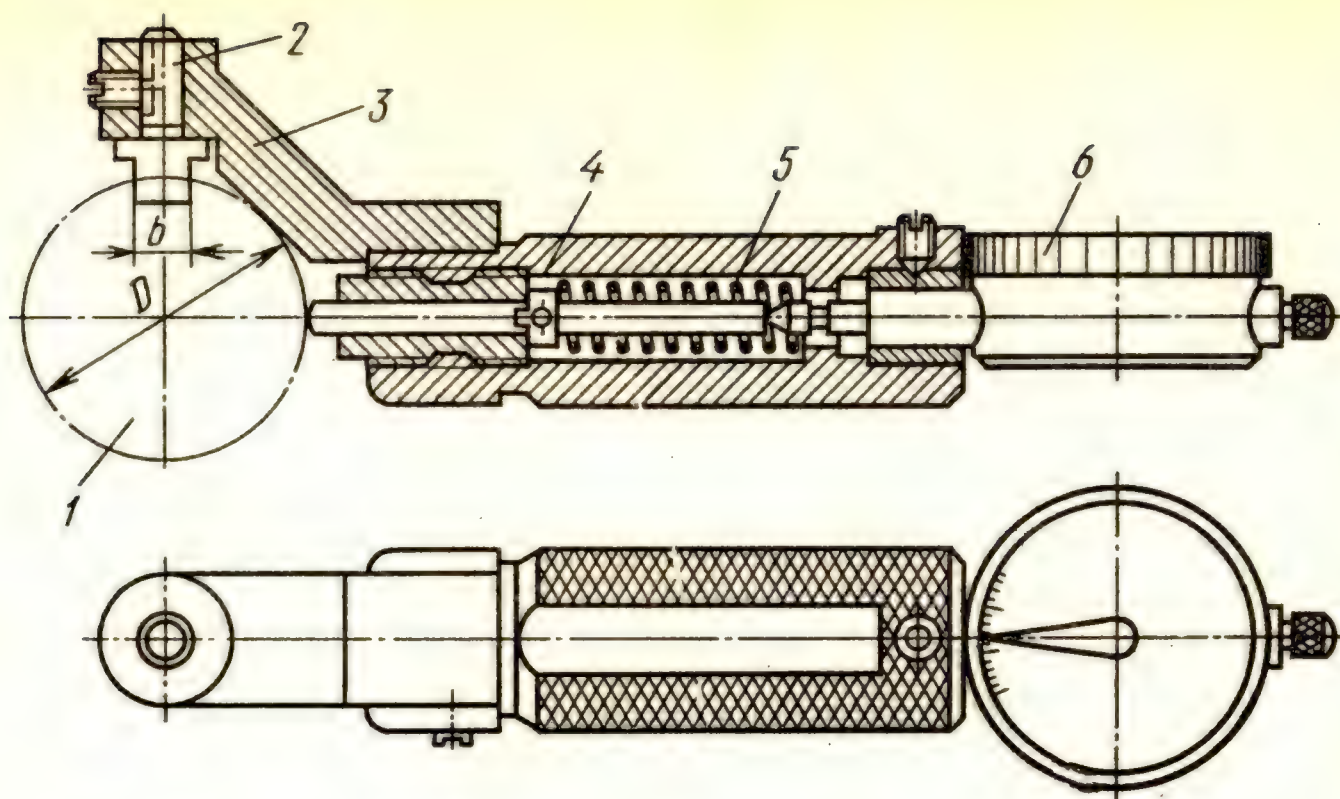


Рис. 193. Приспособление для контроля шпоночных пазов:
1 — проверяемая деталь, 2 — сменный вкладыш, 3 — корпус, 4 — измерительный наконечник, 5 — пружина, 6 — индикатор

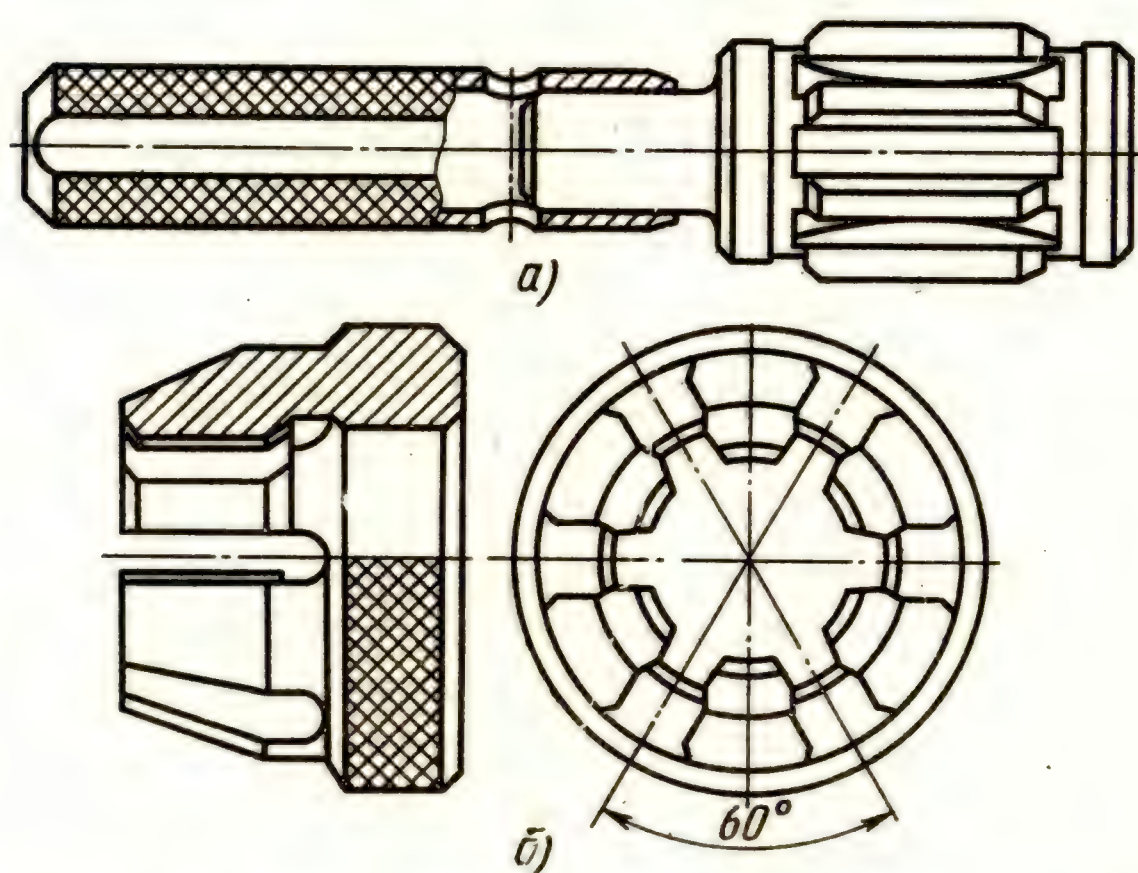


Рис. 194. Комплексные калибры для контроля шлицевых соединений:

а — калибр-пробка, б — калибр-кольцо

метра может быть измерено непосредственно с помощью специального прибора 3 (рис. 195, б), установленного опорными поверхностями на боковые поверхности шлицев, а измерительным наконечником 4 — по центрирующему диаметру. Деталь в процессе измерения поворачивают и по отклонению стрелки индикатора 5 определяют отклонение.

Но наиболее точно это отклонение может быть определено при установке проверяемого шлицевого вала в центрах делительной головки. Измерения производят по индикатору, который предварительно настраивают по блоку концевых мер

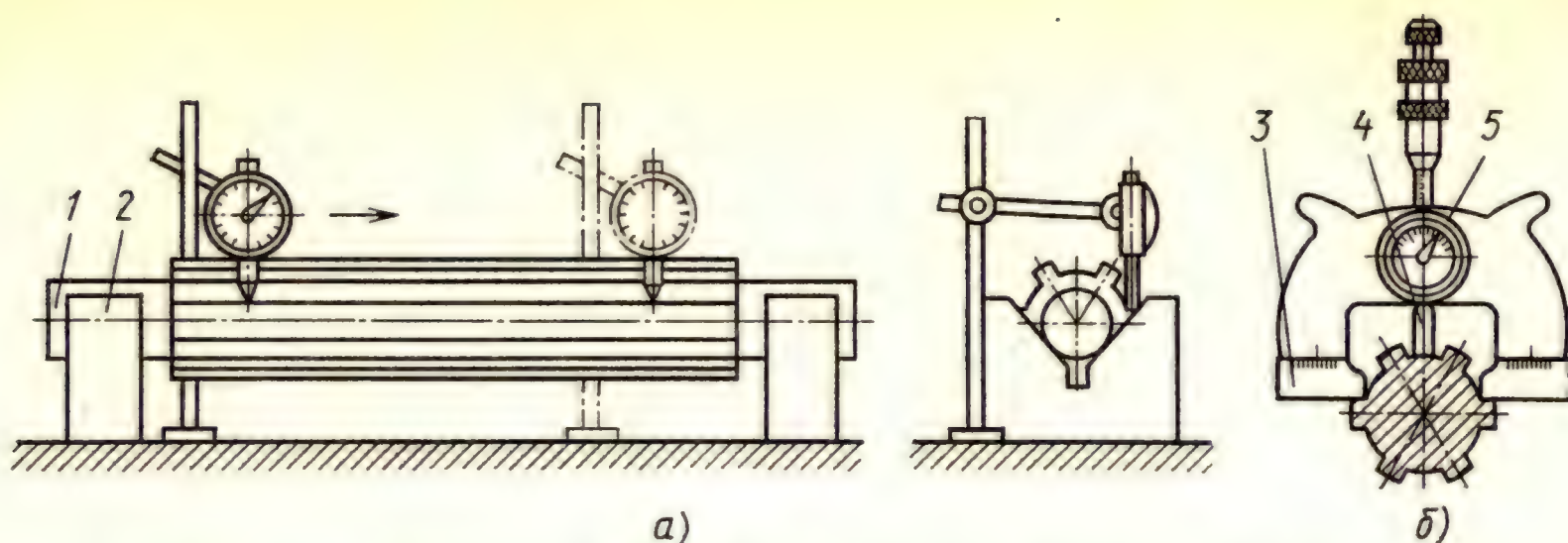


Рис. 195. Приспособления для контроля положения шлицев:

а — относительно центрирующего диаметра, б — относительно оси центрирующего диаметра; 1 — вал, 2 — призмы, 3 — измерительный прибор, 4 — измерительный наконечник, 5 — индикатор

длины. Высота блока соответствует сумме высоты центров делительной головки и половины ширины шлица. Вал в центрах делительной головки устанавливают по настроенному индикатору таким образом, чтобы боковая поверхность шлица была параллельна основанию плиты, после чего индикатор переносят на другую сторону, а деталь поворачивают на 180° . По полуразности показаний индикатора определяют отклонение.

Все описанные методы поэлементного контроля используют для проверки прямоугольных шлицевых соединений, которые получили наиболее широкое распространение в машиностроении.

§ 9. КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Детали, имеющие сложную форму (лопатки турбин, гребные винты и др.), контролируют с помощью пространственных шаблонов и специальных приспособлений, позволяющих осуществить контроль методом копирования.

Применяемые для контроля шаблоны 1 (рис. 196, а) изготовляют в виде набора, отдельные элементы которого соответствуют профилю проверяемой детали в ее определенных сече-

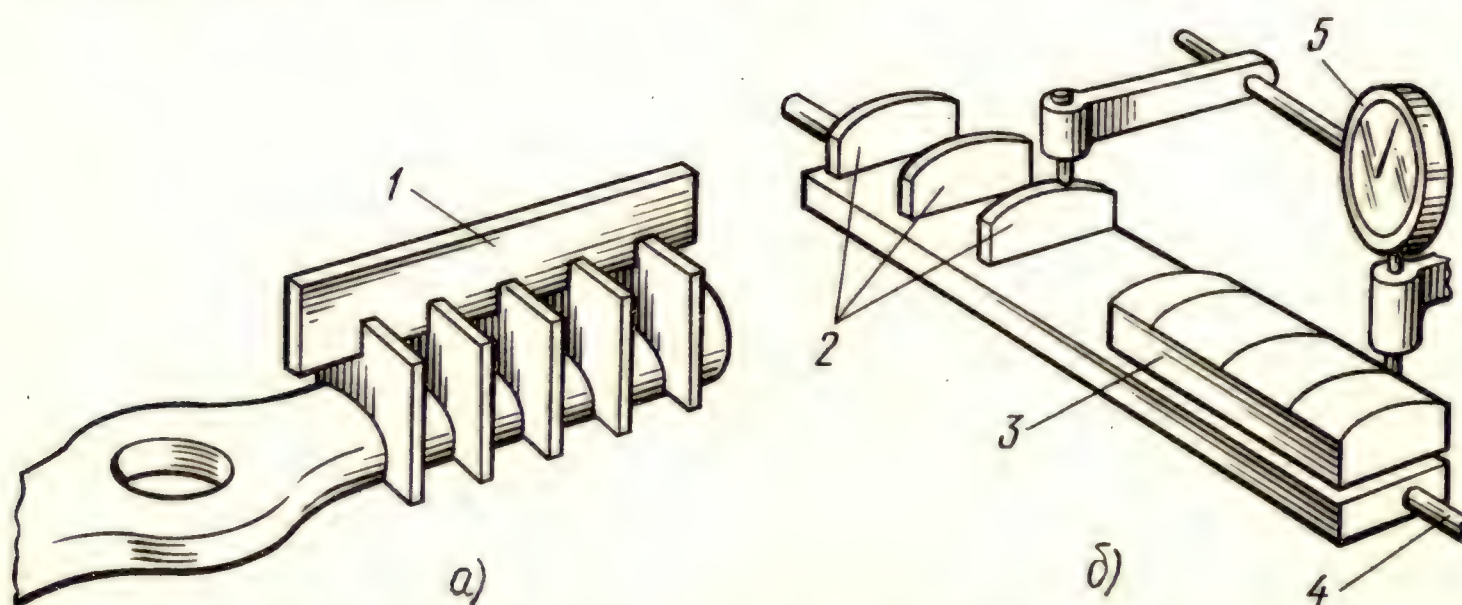


Рис. 196. Способы контроля деталей сложной формы:

а — шаблоном, б — методом копирования; 1 — шаблон, 2 — копир, 3 — проверяемая деталь, 4 — ось качания детали и копира, 5 — индикатор

ниях. Отклонение от заданной формы в этом случае определяют методом световой щели с помощью щупа.

При использовании метода копирования (рис. 196, б) производят сравнение эталонного профиля с обработанной деталью. Жесткий упор копировального приспособления находится в постоянном контакте с копиром 2, а наконечник индикатора — с проверяемой деталью 3. Если профиль проверяемой детали полностью соответствует профилю копира, стрелка индикатора не отклоняется. При несоответствии профилей происходит отклонение стрелки индикатора, по которому делают заключение о качестве изготовления детали.

§ 10. КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Контроль осуществляют с помощью приборов для измерения шероховатости. В настоящее время для этих целей применяют приборы двух типов:

контактные приборы последовательного преобразования профиля (профилографы, профилометры и профилографы-профилометры);

бесконтактные оптические приборы одновременного преобразования профиля (интерферометры, приборы светового сечения и растровые измерительные микроскопы).

Контактные приборы последовательного преобразования профиля позволяют измерять все параметры шероховатости, регламентированные соответствующими стандартами, и, кроме того, наиболее просто измерить предпочтительный из них.

В профилометре мод. 253 (рис. 197, а) измерение шероховатости производится иглой, линейные колебания которой преобразуются в электрические сигналы с помощью преобразователя — механотрона (рис. 197, б), установленного в корпусе 4. Подвижный анод механотрона мембраной 14 связан с щупом 15, на котором закреплена алмазная игла 16, имеющая при вершине радиус закругления, равный 10 мкм. В передней части корпуса 4 расположена твердосплавная опора 17. Механотрон крепится в корпусе с помощью кольца 7, имеющего штырь 6, входящий в углубление винта 5 под воздействием пружины 10. Такое крепление механотрона позволяет регулировать его положение относительно опоры, обеспечивая точную установку щупа. Регулирование и фиксация положения щупа относительно опоры осуществляются винтами 13, упирающимися в кольцо 9. Для защиты механотрона от механических повреждений корпус снизу закрывается крышкой 8.

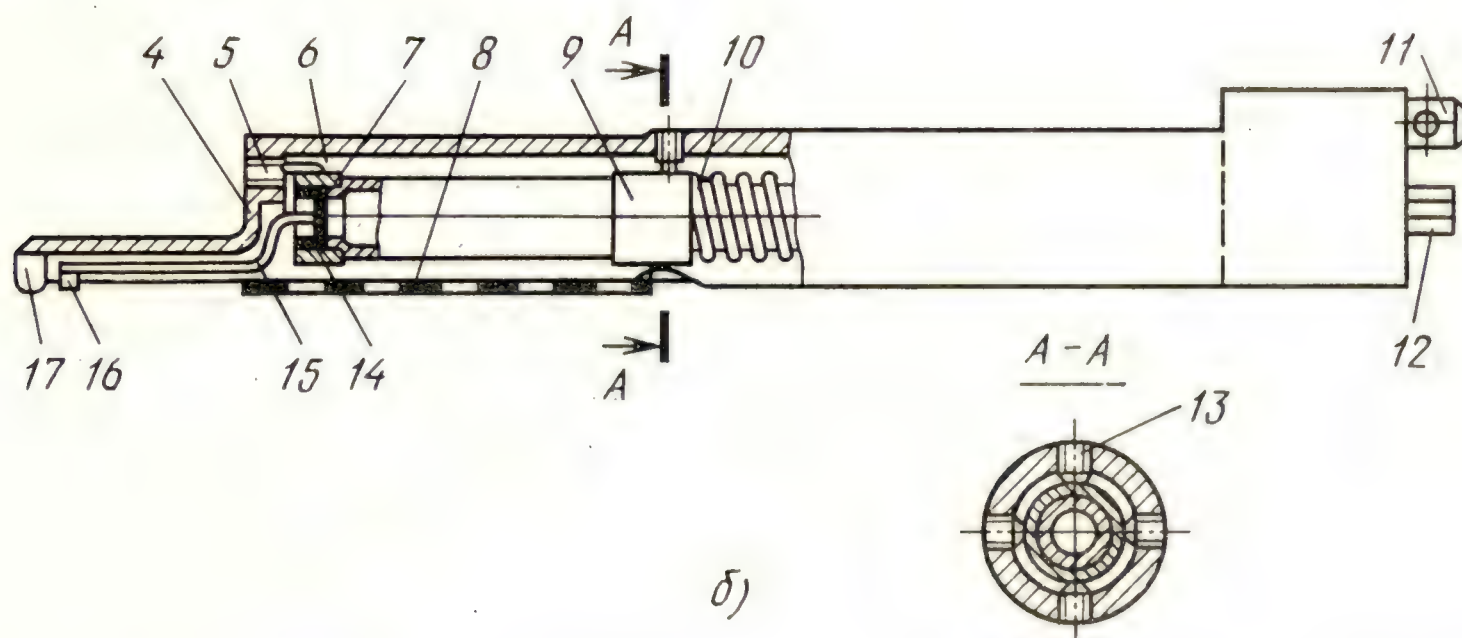
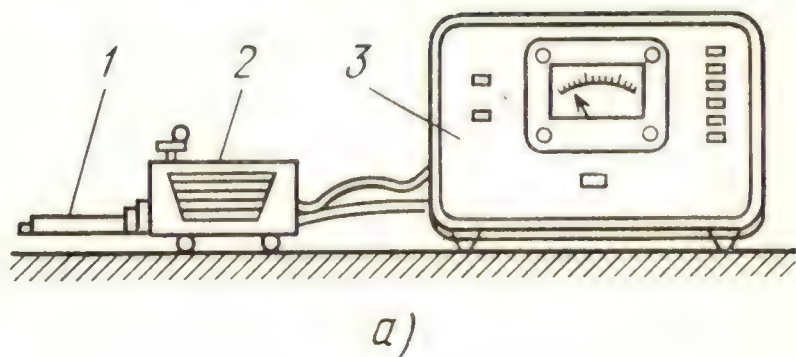
Механотрон 1 соединяют с приводом 2 (см. рис. 197, а) с помощью разъема 12 и фиксируют его положение относительно привода штифтом 11. Сигнал от иглы, преобразованный механотроном 1 в электрический, передается через привод 2 на электронный блок 3, в котором смонтировано отсчетное

устройство со шкалой, проградуированной в единицах шероховатости (параметр R_a).

Профилометр-профилограф (рис. 198, а) состоит из стойки 1 с кареткой, универсального столика 2, преобразователя 5, привода 6, электронного блока 3 с показывающим прибором и записывающего блока 4. Работа прибора осуществляется следующим образом (рис. 198, б). Алмазная игла 7 перемещается

Рис. 197. Общий вид профилометра (а) и схема механотрона (а):

1 — механотрон, 2 — привод, 3 — электронный блок, 4 — корпус, 5, 13 — винты, 6 — штырь, 7, 9 — кольца, 8 — крышка, 10 — пружина, 11 — штифт, 12 — разъем, 14 — мембрана, 15 — щуп, 16 — алмазная игла, 17 — опора



по контролируемой поверхности, совершая колебательные движения, соответствующие шероховатости проверяемой поверхности. Колебания иглы 7 передаются якорю 14, что приводит к изменению воздушного зазора между ним и сердечником 13 и, как следствие, к изменению напряжения на выходе трансформатора 10. Напряжение на выходе трансформатора усиливается электронным блоком 3 и подается на показывающий 11 или регистрирующий 12 прибор. Магнитная система преобразователя состоит из Ш-образного сердечника 13 с двумя первичными обмотками 8, питание которых осуществляется от генератора 9.

Бесконтактные оптические приборы одновременного преобразования профиля позволяют измерить параметры шероховатости R_a и R_z , но измерение параметра R_a при использовании этих приборов связано со значительными трудностями.

Интерферометры работают на основе использования явления интерференции света, отраженного от исследуемой и образцовой поверхностей. Эти приборы позволяют определить шероховатость поверхностей, высота микронеровностей которых не превышает 1 мкм. Отечественная промышленность

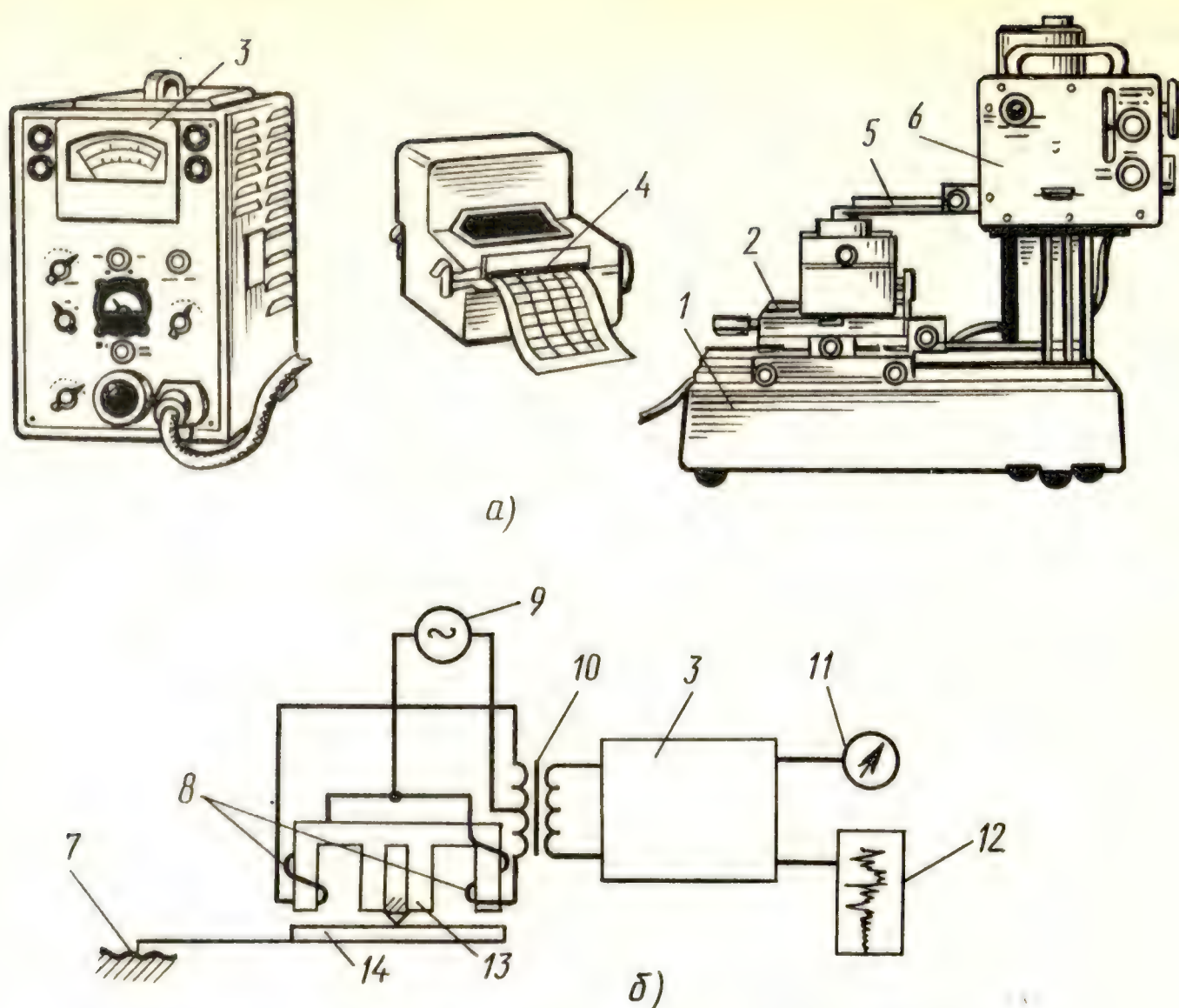


Рис. 198. Профилометр-профилограф:

а — общий вид, б — принципиальная схема; 1 — стойка с кареткой, 2 — универсальный столик, 3, 4 — электронный и записывающий блоки, 5 — преобразователь, 6 — привод, 7 — алмазная игла, 8 — первичная обмотка, 9 — генератор, 10 — трансформатор, 11, 12 — показывающий и регистрирующий приборы, 13 — сердечник, 14 — якорь

выпускает интерферометры мод. МИИ-4, МИИ-9, МИИ-10, МИИ-11, МИИ-12.

В интерферометре мод. МИИ-4 (рис. 199) пучок света от источника 1 проходит через конденсатор 2 и проецируется на плоскость диафрагмы 3. Изображение диафрагмы 3 с помощью объектива 5 и полупрозрачной пластины 8 проецируется на плоскость микрообъективов 7 и 10, а изображение диафрагмы 4 — в бесконечность. Вторичное изображение диафрагмы 4 объективами 7 и 10 проецируется на исследуемую поверхность 6 и на плоское зеркало 11, которое используют в качестве образцовой поверхности. Пластина 9 служит для сравнения длин хода в стекле двух интерферирующих пучков световых лучей.

Лучи, отраженные от поверхности 6 и зеркала 11, проходят через объективы 7 и 10, соединяются в полупрозрачной пластине 8 и с помощью объектива 12 и зеркала 13 направляются в окуляр 14. В фокальной плоскости окуляра 14 наблюдается изображение исследуемой поверхности с системой интерференционных полос, форма которых в увеличенном масштабе воспроизводит профиль исследуемой поверхности. Ширину и направление полос можно изменить, смещая объектив 10 перпендикулярно его оптической оси.

Используя объектив 16 и зеркало 17, можно через окно 15 сфотографировать интерференционные полосы, но при этом зеркало 13 должно быть выведено из оптической системы.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит выбор измерительных инструментов для контроля длин и диаметров?

2. Почему возникает необходимость использования косвенных методов измерения при контроле углов и конусов?

3. Какие параметры подлежат проверке при контроле корпусных деталей?

4. В чем сущность контроля резьб с помощью калиброванных проволок?

5. Какие параметры подлежат контролю при проверке цилиндрических зубчатых колес?

6. В чем особенность контроля конических зубчатых колес?

7. Какие параметры проверяют при контроле червяков и червячных колес?

8. Какие параметры шлицевого соединения проверяют при поэлементном контроле?

9. Какие методы контроля применяют для определения качества изготовления деталей сложной формы?

10. Почему для контроля шероховатости поверхности используют не только качественные, но и количественные методы?

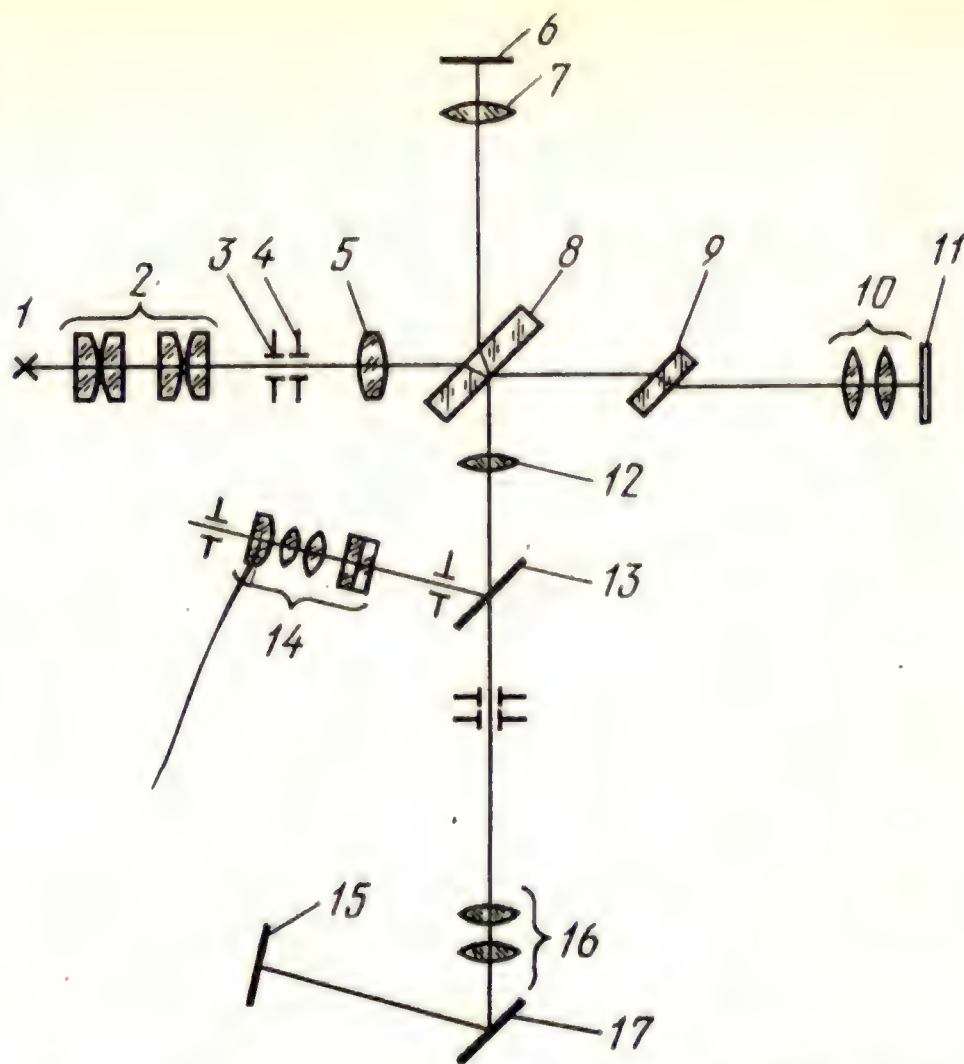


Рис. 199. Оптическая система интерферометра МИИ-4:

1 — источник света, 2 — конденсатор, 3, 4 — диафрагмы, 5, 7, 10, 12, 16 — объективы, 6 — исследуемая поверхность, 8, 9 — пластины, 11, 13, 17 — зеркала, 14 — окуляр, 15 — окно

ГЛАВА 17

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ

Специальные средства контроля размеров классифицируют по степени автоматизации; по воздействию на технологический процесс; по способу преобразования измерительного импульса.

В зависимости от степени автоматизации различают следующие средства контроля: 1) автоматизированные приспособления, у которых операция загрузки осуществляется вручную, а приспособление автоматически сигнализирует о результатах контроля; 2) полуавтоматические системы, у которых вручную осуществляется только операция загрузки, а все

остальные операции осуществляются автоматически; 3) автоматические системы, у которых весь цикл работы автоматизирован; 4) самонастраивающиеся системы, у которых автоматизирован цикл настройки.

В зависимости от воздействия на технологический процесс различают следующие автоматические средства контроля: 1) автоматические системы пассивного контроля, осуществляющие лишь сортировку деталей на группы в зависимости от результатов контроля; 2) автоматические устройства активного контроля, которые при определенном изменении контролируемой величины автоматически изменяют ход технологического процесса и обеспечивают заданную точность обработки.

В зависимости от способа преобразования измерительного импульса различают следующие средства контроля: механические; пневматические; гидравлические; электрические. Во многих автоматических контрольных устройствах используют различное сочетание перечисленных способов преобразования измерительного импульса.

§ 2. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПАССИВНОГО КОНТРОЛЯ

Различают следующие автоматические системы пассивного контроля:

разбраковочные, которые в процессе контроля делят детали на годные и бракованные;

сортировочные, осуществляющие сортировку контролируемых деталей на группы по форме и размерам;

комплектующие, осуществляющие комплектацию сборочных единиц в зависимости от размеров входящих в них деталей;

со встроенным контролем, в которых контрольные операции осуществляются непосредственно за операциями технологического процесса изготовления.

Кроме того, в зависимости от степени охвата изделий контрольными операциями различают системы сплошного и выборочного контроля.

Для сортировки деталей по размерам на группы предназначен контрольно-сортировочный автомат (рис. 200). Он состоит из загрузочного бункера 1, в который загружают детали, под-

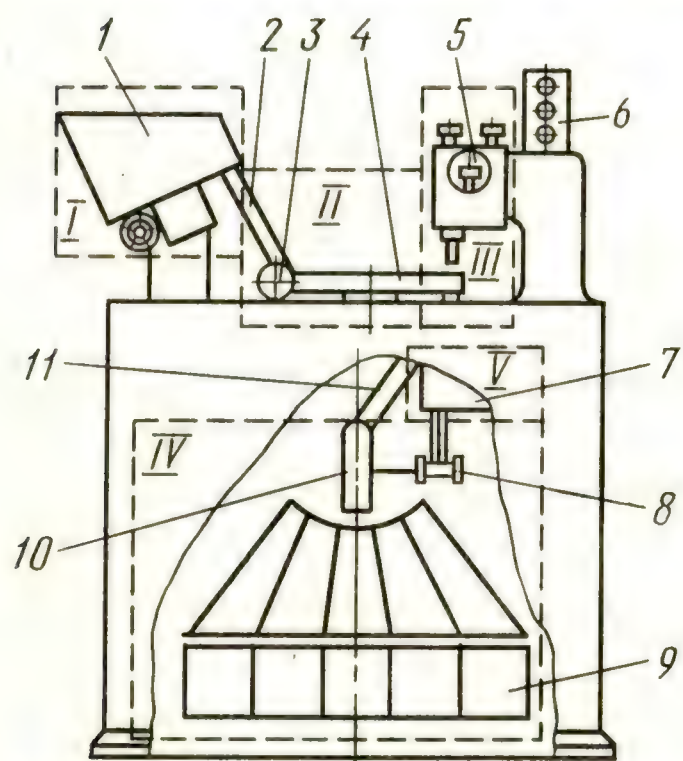


Рис. 200. Контрольно-сортировочный автомат:

1 — загрузочный бункер, 2 — лоток, 3 — отсекающий механизм, 4 — транспортирующий механизм, 5 — датчик, 6 — световое табло, 7 — запоминающе-усилительный блок, 8 — блок перевода сортирующего рукава, 9 — бункер, 10 — сортирующий рукав, 11 — вторичный лоток

лежащие контролю. Из бункера детали подаются по лотку 2 и с помощью отсекающего 3 по одной попадают в транспортирующий механизм 4, который осуществляет перемещение детали к первичному преобразователю — датчику 5. Результаты измерений высвечиваются на световом табло 6 и одновременно сигнал от датчика 5 поступает в запоминающе-усилительный блок 7. Последний усиливает поступивший от датчика сигнал и подает команду на блок 8 перевода сортирующего рукава 10, который устанавливается напротив соответствующего размеру детали бункера 9. Проверенная деталь с измерительной позиции через вторичный лоток 11 и рукав 10 поступает в бункер 9.

Для контроля диаметра и формы деталей типа тел вращения применяют автоматические системы, одна из которых показана на рис. 201. Она предназначена для контроля диаметра, овальности и угла конуса дорожки качения внутреннего кольца конического роликоподшипника. Измерительное устройство установлено на основании 21. Стойка 12 с шарниром служит для центрирования магнитного патрона 11, в котором закрепляется кольцо роликоподшипника. К стойкам 8 на плоских пружинах-подвесах 5 и 3 крепят соединенные пружиной 1 плавающие рамки 2 и 4, на которых установлены кронштейны 7 и 14 с наконечниками 13. При установке контролируемого кольца в патрон 11 с базовыми опорами 10 наконечник 13 упирается в поверхность дорожки качения.

На нижней рамке 2 установлен кронштейн 16 с упорами, воздействующими на измерительные наконечники преобразователей 17 и 18, которые закреплены на верхней рамке 4. Преобразователь 17 контролирует диаметр дорожки, а 18 — ее овальность. В кронштейнах 7 и 14 установлены сопла 6 и 15 с винтами 9. Сопла обеспечивают измерение разности диаметров дорожки на определенной длине (т. е. отклонение угла конуса) и присоединены к сильфону пневмопреобразователя, реагирующему на изменение суммарного зазора у торцов обоих сопел. Отвод рамок 2 и 4 при установке или снятии кольца осуществляется пневматическим устройством 23, пружины 24 которого перемещают шток 22, обеспечивая отвод рамок с помощью регулировочных винтов 20 и крон-

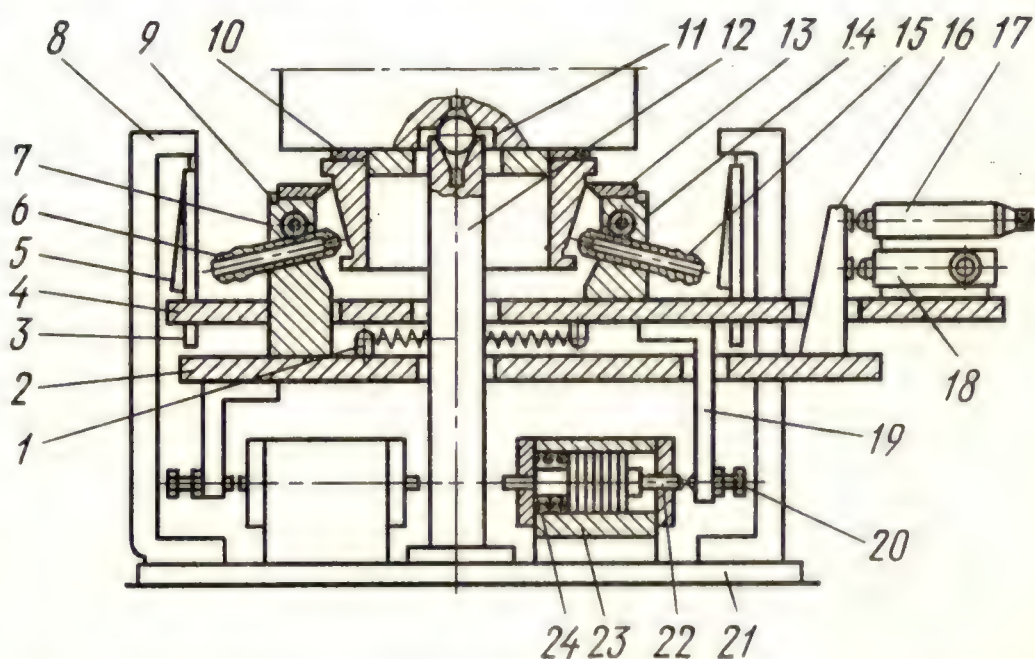


Рис. 201. Автоматическая система для контроля колец роликоподшипников:

1, 24 — пружины, 2, 4 — рамки, 3, 5 — плоские пружины-подвесы, 6, 15 — сопла, 7, 14, 16, 19 — кронштейны, 8, 12 — стойки, 9, 20 — винты, 10 — базовая опора, 11 — патрон, 13 — наконечник, 17, 18 — преобразователи, 21 — основание, 22 — шток, 23 — пневматическое устройство, 24 — пружина

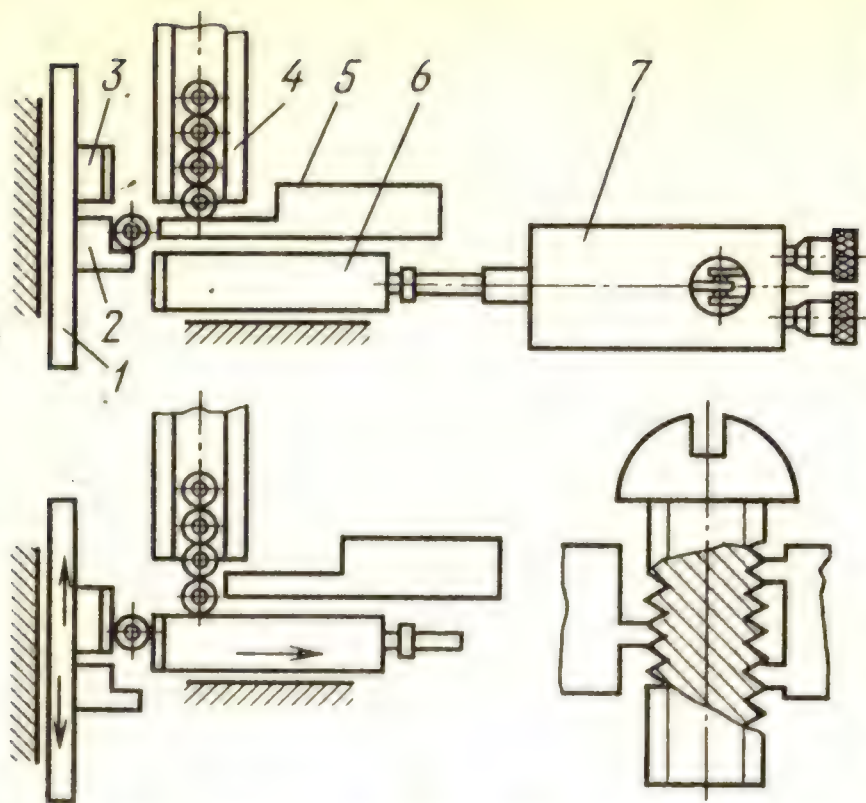


Рис. 202. Автоматическая система для контроля резьбовых деталей с наружной резьбой:

1 — ползун, 2 — фиксатор, 3, 6 — подвижная и неподвижная планки, 4 — питающий лоток, 5 — отсекающий, 7 — преобразователь

Неподвижная планка 6 измерительного устройства связана с электроконтактным преобразователем 7. При движении ползуна 1 вниз планки захватывают и прокатывают винт. В зависимости от среднего диаметра винта замыкается один из контактов преобразователя 7 и на разбраковочное устройство подается соответствующий сигнал.

На рис. 203, а показана наиболее распространенная схема контроля деталей с внутренней резьбой. Сначала контроль осуществляется гладким проходным калибром 2, затем — проходным резьбовым калибром 3 и в заключение — гладким непроходным калибром 1. Этот способ применен в устройстве для контроля гаек (рис. 203, б). Устройство работает следующим образом. Гайки из магазина с помощью отсека-

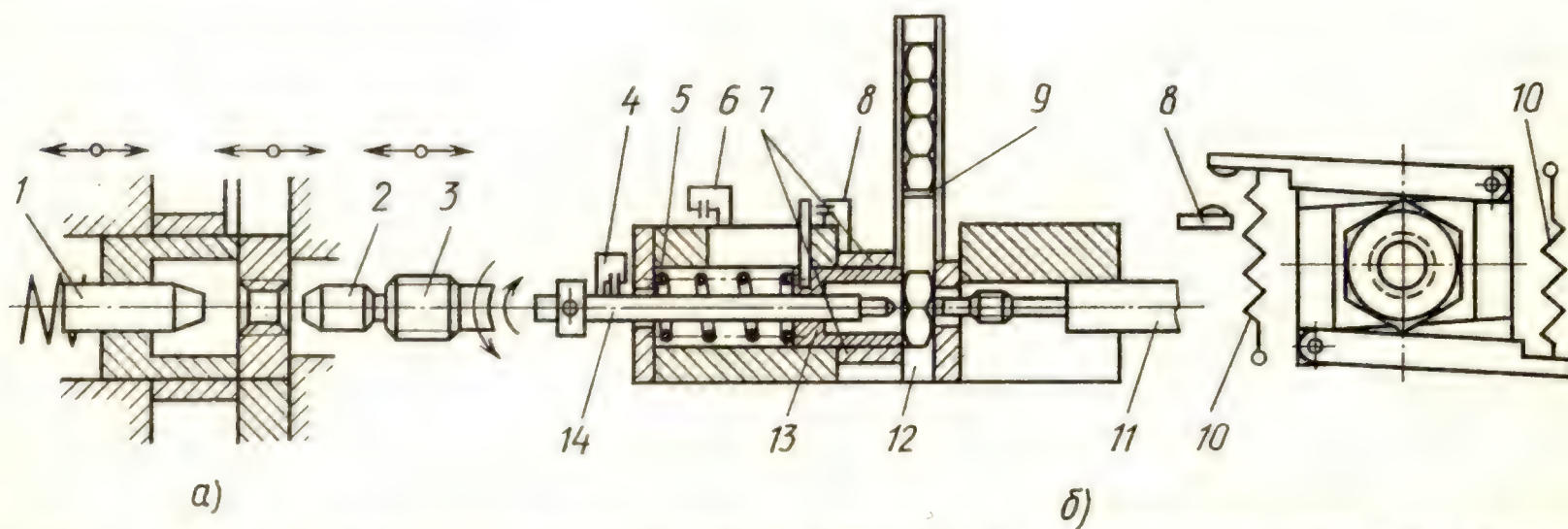


Рис. 203. Схема контроля резьбовых деталей с внутренней резьбой (а) и устройство для контроля (б):

1, 14 — непроходные калибры, 2, 3 — проходные калибры, 4, 6, 8 — контакты, 5, 10 — пружины, 7 — щетки, 9 — отсекающий, 11 — комбинированный калибр, 12 — измерительная позиция, 13 — прокладка

ля 9 по одной подаются на измерительную позицию 12. В гайку вводят гладкий проходной калибр, который осуществляет контроль внутреннего диаметра резьбы и ориентирует ось резьбового отверстия по отношению к оси комбинированного калибра 11.

Если размер резьбы занижен, то гайка навинчивается на калибр и начинает вращаться в щечках 7, растягивая пружины 10. При этом контакт 8 размыкается, а на резьборазбраковочное устройство подается сигнал. Если внутренний диаметр резьбы соответствует требованиям чертежа, то в резьбовое отверстие вводится резьбовая часть комбинированного калибра.

Вывод резьбового калибра из отверстия осуществляется при реверсировании его движения. Гайка при этом удерживается в измерительной позиции в щечках 7 под воздействием прокладки 13. Непроходной калибр 14 перемещается вперед к проверяемому резьбовому отверстию. Если внутренний диаметр резьбы больше номинального, то непроходной калибр входит в отверстие и размыкает контакт 4, который подает сигнал на разбраковочное устройство. При диаметре, меньшем номинального, непроходной калибр 14 не входит в резьбовое отверстие и проталкивает гайку вместе с прокладкой 13, заставляя сжиматься пружину 5 и размыкая контакт 6, который также подает сигнал на разбраковочное устройство.

В заключение рассмотрим автоматическую систему для контроля и комплектования при селективной сборке шарикоподшипников (рис. 204). Конструкция системы позволяет одновременно измерить средние диаметры беговых дорожек наружных 2 и внутренних 1 колец подшипника. На каждой измерительной позиции имеется по четыре сопла 9, расположенных под углом 90° , что позволяет определить размер по среднему значению диаметра. Все сопла 9 включены в одну ветвь пневматического мембранного преобразователя 11. Чем меньше диаметр желоба наружного кольца и чем больше — внутреннего, тем меньше со-

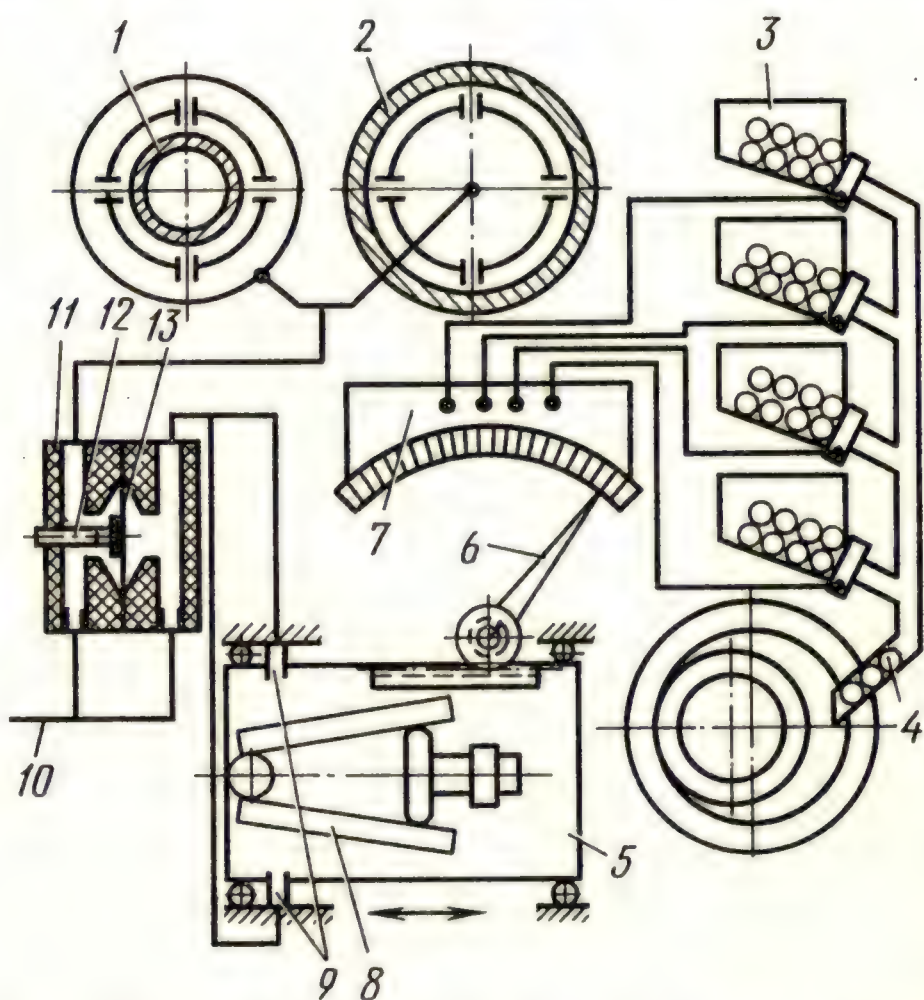


Рис. 204. Автоматическая система для контроля и комплектования при селективной сборке:

1, 2 — внутреннее и наружное кольца, 3 — бункер, 4 — шарик, 5 — подвижная каретка, 6 — щетка коммутатора, 7 — реле, 8 — клин, 9 — сопла, 10 — вход в пневмомагистраль, 11 — преобразователь, 12, 13 — контакты

ответственно разность этих диаметров, а следовательно, и суммарный зазор у сопла. От размера этого зазора зависит давление с левой стороны мембраны преобразователя, а давление с правой стороны мембраны определяется зазором между соплами 9 и клином 8. Клин перемещается в сторону уменьшения зазора и при выравнивании давлений с обеих сторон мембраны происходит замыкание контактов 12 и 13. В момент замыкания рейка подвижной каретки 5 устанавливает щетку 6 коммутатора в определенное положение, соответствующее требуемой размерной группе шариков; реле 7 подает команду на выход комплекта шариков 4 из бункера 3. Сжатый воздух стабилизированного давления подается на вход 10.

§ 3. АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ

Классификация. Активный контроль является одним из наиболее прогрессивных видов контроля и находит все более широкое применение, особенно в условиях серийного и массового производства. В зависимости от способа воздействия на исполнительные органы станка различают три типа устройств активного контроля:

автотелераторы — устройства, прекращающие или изменяющие процесс обработки в момент выхода действительного размера изделия из поля допуска;

автоподналадчики — устройства, которые воздействуют на механизмы наладки станка, изменяют их положение относительно поверхности обрабатываемого изделия и не позволяют размерам последующего изделия выходить за определенные границы;

автоблокировщики — защитные устройства, служащие для контроля изделий до и после обработки на станке; эти устройства либо не допускают попадания в станок деталей с отклонениями от заданных размеров и формы, либо останавливают станок в случае поломки режущего инструмента или выхода размеров изделия за установленные пределы.

Для активного контроля размеров применяют **безрычажные устройства** с одной, двумя и тремя точками контроля (одно-, двух- и трехточечные), а также **рычажные приборы** (одно- и двухточечные); одноточечные рычажные приборы имеют, как правило, один рычаг или шток.

Трехточечное безрычажное устройство, как правило, представляет собой скобу (рис. 205), которая базируется по поверхности детали и при перемещении последней следует за ней; при этом взаимное расположение точек контакта не изменяется. Для того чтобы обеспечить постоянство положения точек контакта, базовый наконечник 1 скобы располагают в точке, смещенной вправо относительно вертикальной оси на $5...10^\circ$. Кроме базового наконечника 1 скоба имеет опорный 2 и изме-

рительный 3 наконечники. Размер диаметра детали контролируется датчиком 5 и индикатором 4.

Одноточечный рычажный прибор, предназначенный для автоматического контроля диаметров (рис. 206), устроен и работает следующим образом. Измерительный наконечник 1 вводится в контакт с измеряемой деталью и воздействует на нижний конец рычага 6. Настройку на заданный размер осуществляют с помощью винтов 7, на которых расположены контакты. Измерительное усилие создается за счет пружины 2. По окончании измерения наконечник отводят от измеряемой детали, поворачивая рукоятку 4, которая кулачком 3, закрепленным на ее оси, воздействует на ролик 5, установленный на наконечнике. Точность измерения составляет 10...15 мкм.

Двухточечный рычажный прибор (рис. 207) успешно применяют вместо трехточечных скоб для активного контроля диаметров валов и отверстий, что объясняется простотой его автоматического ввода в работу. Прибор состоит из головки 3, устанавли-

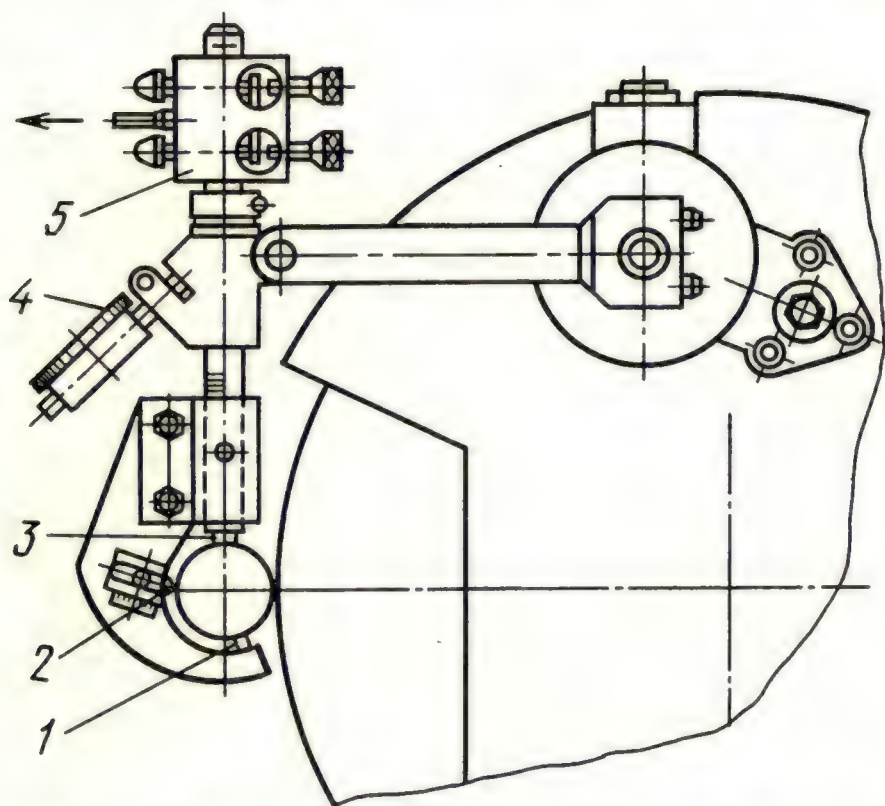


Рис. 205. Трехточечное безрычажное устройство (скоба) накидного типа для контроля диаметров валов:

1 — базовый наконечник, 2 — опорный наконечник, 3 — измерительный наконечник, 4 — индикатор, 5 — датчик

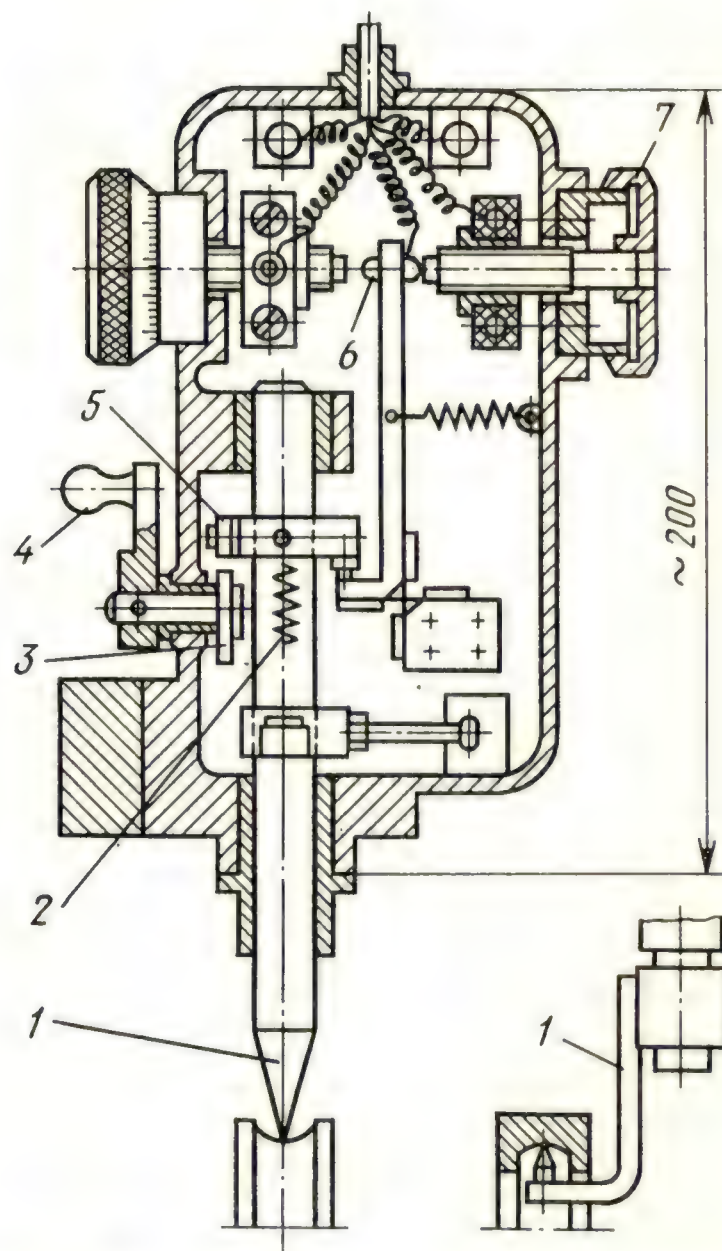


Рис. 206. Одноточечный рычажный прибор:

1 — измерительный наконечник, 2 — пружина, 3 — кулачок, 4 — рукоятка отвода измерительного наконечника, 5 — ролик, 6 — рычаг, 7 — регулировочный винт

ваемой на столе станка, и отсчетно-командного устройства 2 с пневматическим датчиком 1 сильфонного типа.

Датчики являются элементами измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства, преобразующими контролируемую величину в сигнал, удобный для измерения, передачи, хранения, регистрации и воздействия на управ-

ляемые процессы. В состав датчика входит воспринимающий (чувствительный) орган и один или несколько преобразователей (иногда датчик состоит только из одного воспринимающего органа).

В автоматической системе контроля датчик является важнейшим элементом, определяющим ее качество, поэтому к датчикам предъявляют весьма жесткие требования.

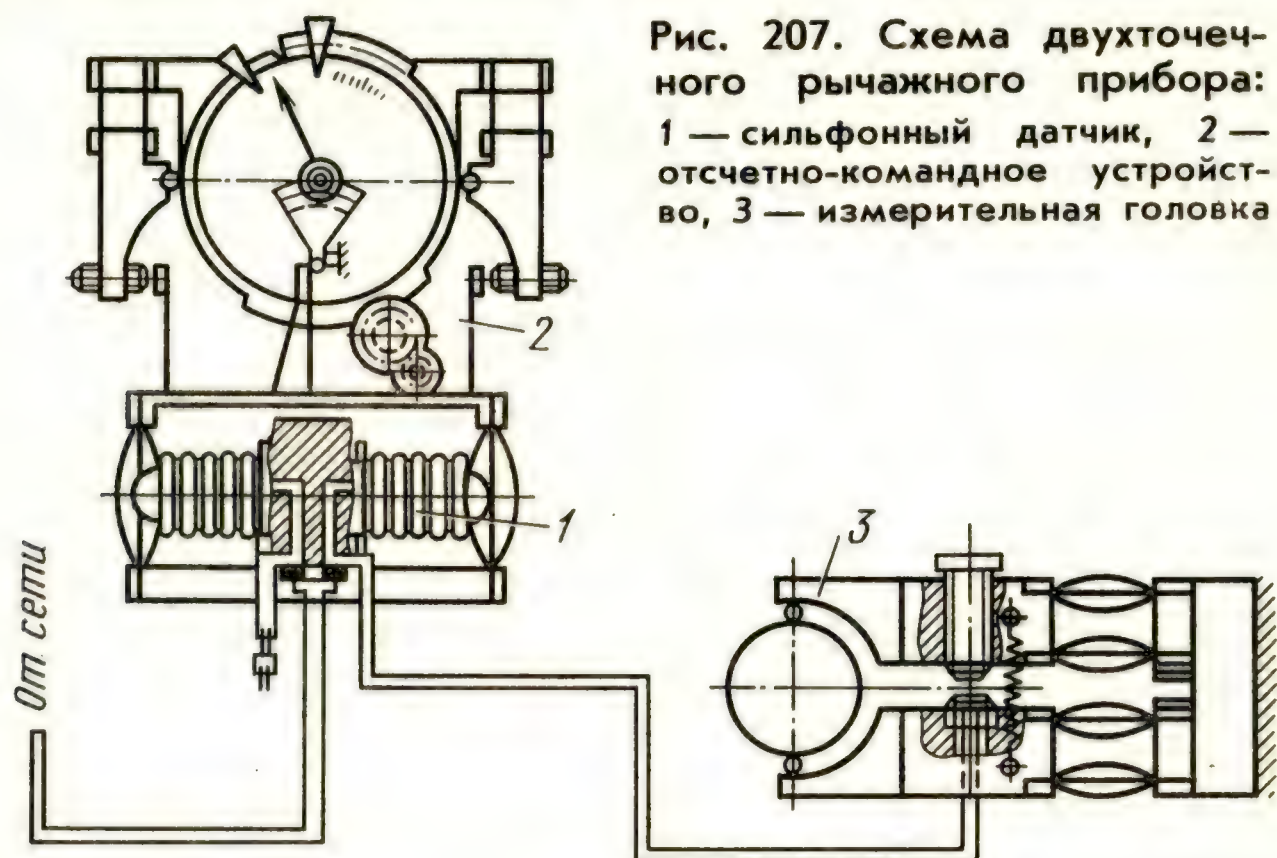


Рис. 207. Схема двухточечного рычажного прибора: 1 — сильфонный датчик, 2 — отсчетно-командное устройство, 3 — измерительная головка

Широко распространены электроконтактные, пневмоэлектроконтактные, сильфонные, фотоэлектрические, индуктивные и другие датчики.

Электроконтактные датчики обеспечивают управление исполнительным механизмом за счет размыкания и замыкания контактов электрических цепей. Различают предельные и амплитудные электроконтактные датчики. Предельные датчики предназначены для контроля предельных размеров деталей, а амплитудные — для контроля амплитуды линейно изменяющегося параметра (например, погрешность формы).

На рис. 208, а приведена кинематическая схема электроконтактного двухпредельного датчика мод. 233.

Пневмоэлектроконтактные датчики используют в качестве преобразователей при применении автоматических средств контроля линейных размеров. Преобразование контролируемой величины осуществляется элементами, реагирующими на изменение давления воздуха в камере прибора, и электрическими контактами, связанными с этими элементами.

В сильфонных датчиках (рис. 208, б) сильфоны 2 крепят к корпусу распределителя 1. Свободные концы сильфонов жестко соединены между собой рамкой 3, подвешенной на пружинах параллелограмма. На рамке 3 установлены контакты — подвижные предельные 9 и амплитудные 7. К рамке 3 крепится также нить 4, имеющая петлю, которая надевается на диск стрелки 5 показывающего устройства. Распределитель

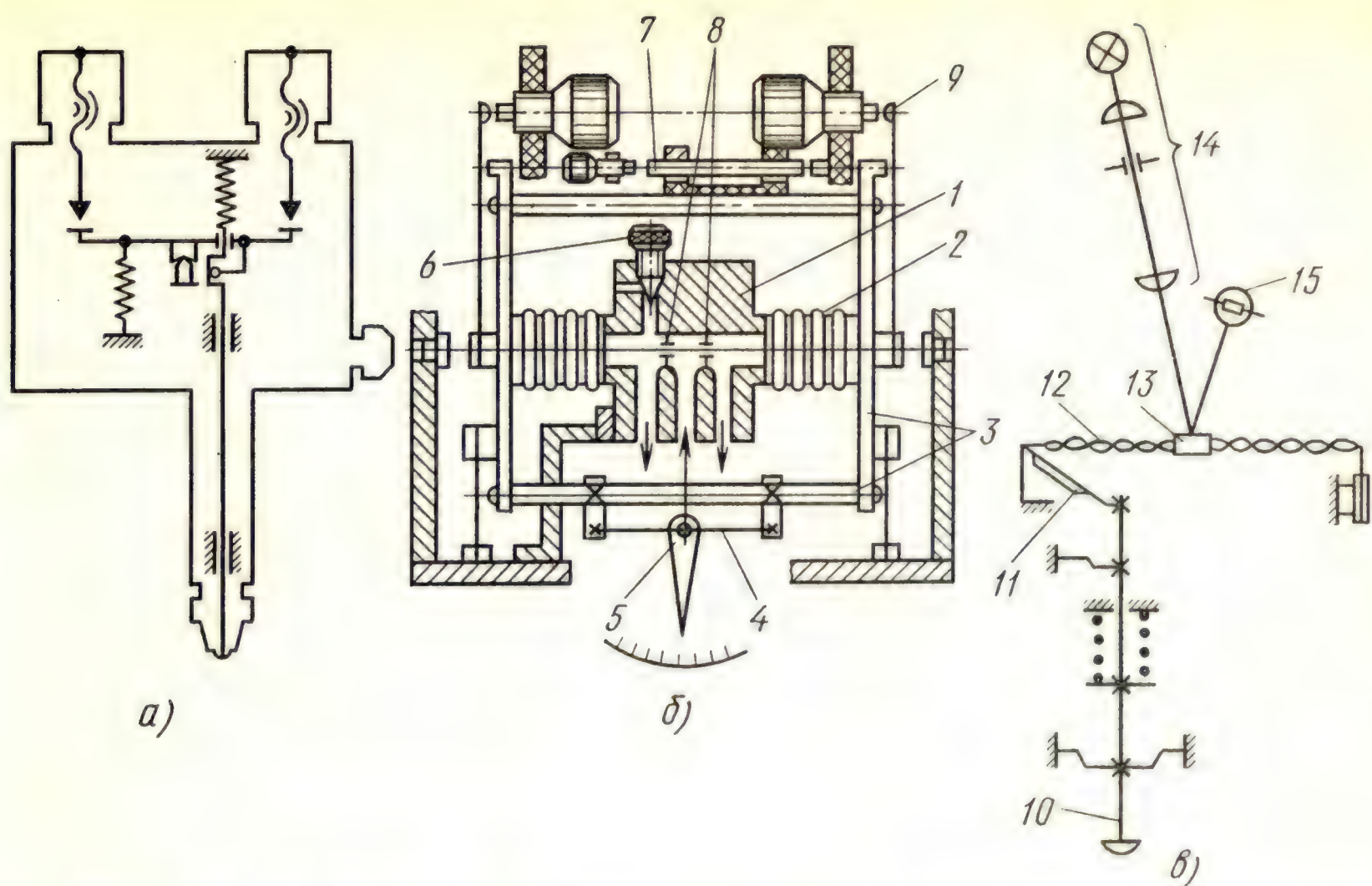


Рис. 208. Кинематическая схема электроконтактного двухпредельного малогабаритного датчика мод. 233 (а), устройство двухсильфонного датчика (б) и принципиальная схема фотоэлектрического датчика типа ПФС (в):

1 — распределитель, 2 — сильфон, 3 — рамка, 4 — нить, 5 — стрелка, 6 — винт, 7, 9 — амплитудный и предельный контакты, 8 — сопла, 10 — измерительный наконечник, 11 — рычаг, 12 — пружина, 13 — зеркало, 14 — источник света, 15 — фоторезистор

прибора имеет входные сопла 8 и сопло с винтом 6 регулирования противодавления. Взаимодействие прибора с контролируемой поверхностью осуществляется бесконтактным способом за счет обеспечения необходимого зазора между контролируемой поверхностью и измерительным соплом.

Фотоэлектрический датчик типа ПФС, принципиальная схема которого показана на рис. 208, в, сконструирован на базе пружинных оптических головок и дополнительно снабжен фоторезистором. Измерительный наконечник 10 датчика воздействует на рычаг 11 и вызывает растяжение витой пружины 12, на которую наклеено зеркало 13. Луч света от источника 14 проходит через оптическую систему, отклоняется зеркалом 13 и попадает частично на шкалу отсчета, а частично — на фоторезистор 15. Таким образом, преобразователь обеспечивает как визуальный контроль размеров по шкале отсчета, так и сортировку деталей на размерные группы за счет использования фоторезистора.

С помощью индуктивных датчиков осуществляют контроль изменения проверяемого параметра в соответствии с изменением индуктивности катушек датчика. В основном применяют дифференциальные датчики, имеющие две катушки индуктивности.

На рис. 209, а, б показаны две конструктивные разновидности индукционных датчиков. Принцип действия датчика, пока-

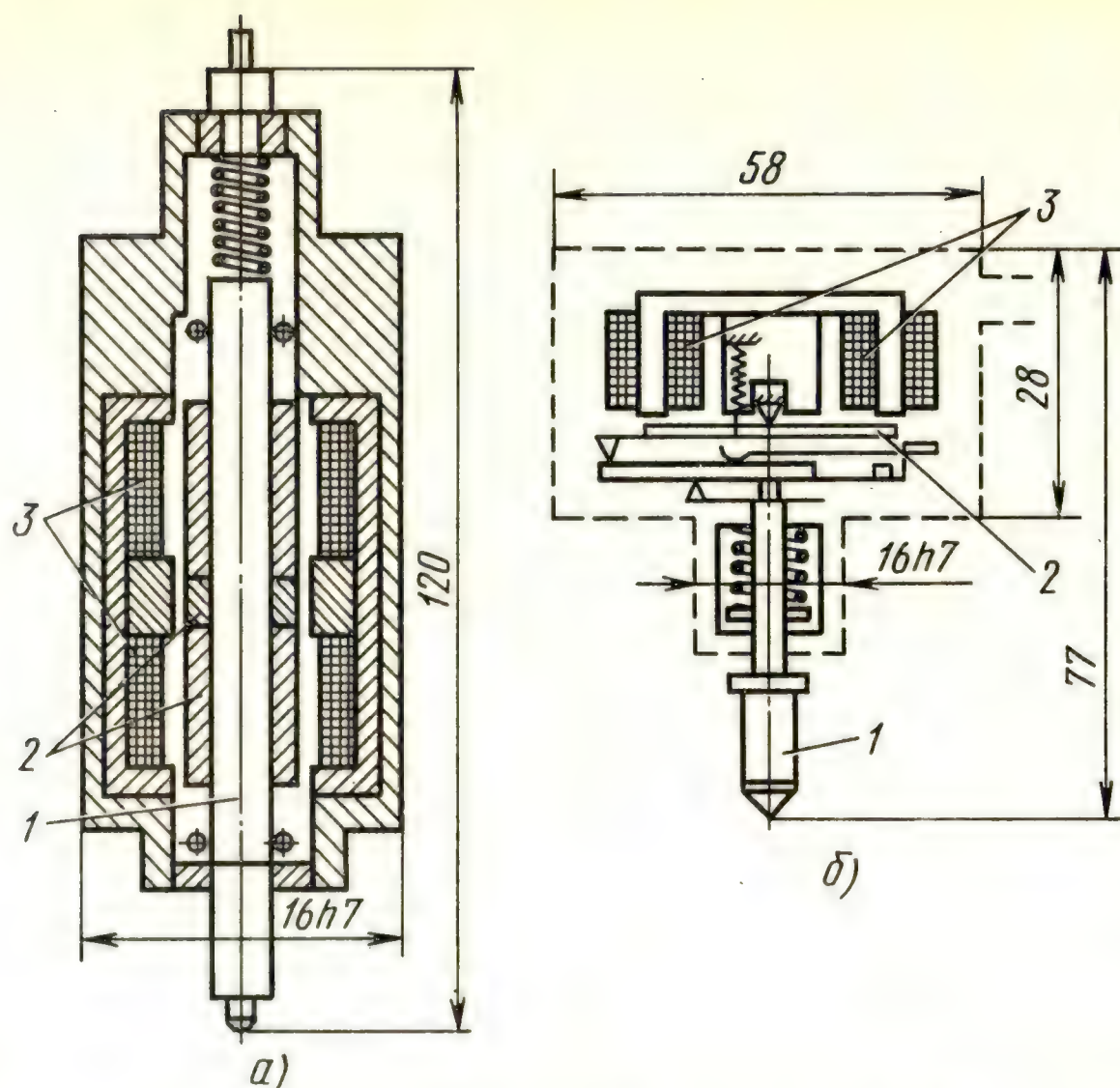


Рис. 209. Индукционные датчики (а, б):
1 — измерительный наконечник-шток, 2 — якорь, 3 — об-
мотка

занного на рис. 209, а, основан на изменении площади магнитопровода, а датчика, показанного на рис. 209, б — на изменении зазора между якорем и магнитопроводом. Оба датчика работают по дифференциальной схеме; их основными деталями являются измерительный наконечник-шток 1, якорь 2 и обмотки 3.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируют специальные средства контроля?
2. Объясните принцип действия автоматической системы для контроля наружных резьб.
3. Как классифицируют автоматические устройства активного контроля?
4. Объясните принцип действия трехточечной скобы для активного контроля деталей.
5. Чем вызвана необходимость применения датчиков в приборах активного контроля?
6. Почему к датчикам предъявляют повышенные требования?
7. На каком физическом явлении основан принцип действия индуктивного датчика?

ГЛАВА 18

ОХРАНА ТРУДА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Общие сведения. Задача повышения безопасности труда работающих на производственных предприятиях находится постоянно в центре внимания Коммунистической партии Советского

Союза и Советского правительства и рассматривается как одна из важнейших задач социального развития.

В соответствии с Конституцией СССР советское государство заботится об улучшении условий и охране труда, его научной организации, о сокращении, а в дальнейшем и полном вытеснении тяжелого физического труда на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства.

Конституция СССР закрепляет право советских граждан на охрану труда. В законодательство об охране труда входят следующие основные нормативные материалы:

- правила охраны труда на предприятиях и в организациях;

- правила по технике безопасности и промышленной санитарии, в том числе и правила индивидуальной защиты работающих от производственных травм и профессиональных заболеваний, включая льготы и компенсации за неблагоприятные условия труда;

- правила и нормы по специальной охране труда женщин и молодежи;

- правила, регулирующие деятельность органов государственного надзора и общественного контроля в области охраны труда;

- правила и нормы, в которых предусматриваются меры ответственности за нарушение законодательства об охране труда.

Важнейшие положения в области охраны труда нашли отражение в «Основах законодательства Союза ССР и союзных республик о труде», на основе которых разработаны кодексы законов о труде союзных республик.

Организация охраны труда на предприятии. Администрация предприятия должна обеспечивать надлежащее техническое состояние оборудования, отвечающее правилам охраны труда. В соответствии с действующим трудовым законодательством ответственность за организацию охраны труда в целом на предприятии несут директор и главный инженер. В подразделениях такая же ответственность возложена на руководителей служб. Непосредственное руководство работой по охране труда осуществляет главный инженер предприятия.

Конкретные мероприятия по охране труда должны в обязательном порядке включаться в качестве самостоятельного раздела в коллективный договор, который утверждается трудовым коллективом предприятия.

Администрация обязана проводить инструктаж по безопасности работ с рабочими и служащими и осуществлять постоянный контроль за соблюдением работниками всех требований по охране труда. Существует несколько видов инструктажа:

- вводный инструктаж, в процессе которого все вновь принятые на работу знакомятся с общими правилами и нормами по охране труда, действующими на данном предприятии;

первичный инструктаж, который проводится с вновь поступающими работниками на рабочем месте; в процессе этого инструктажа рабочие обучаются безопасным приемам и методам труда;

периодические повторные инструктажи, которые должны проводиться не реже одного раза в шесть месяцев; цель этих инструктажей — восстановить знания рабочими требований безопасности и ознакомить их с конкретными нарушениями этих требований, имевшими место на предприятии;

внеплановый инструктаж, который проводится по мере необходимости при изменении технологии производства, внедрении новой техники, изменении правил охраны труда;

текущий инструктаж, который проводится с рабочими при выполнении тех работ, по которым оформляется наряд-допуск.

Сведения о проведенных инструктажах заносятся в журнал регистрации.

На рабочих, в свою очередь, возлагается обязанность по соблюдению инструкций по охране труда. Невыполнение этих инструкций является нарушением трудовой дисциплины.

В СССР внедряется система стандартов по безопасности труда (ССБТ), которая обеспечивает стандартизацию нормативно-технической документации по охране труда и позволяет увязать многочисленные нормы и правила по технике безопасности и охране труда как общесоюзного, так и ведомственного значения.

ССБТ является составной частью государственной системы стандартизации (ГСС) и представляет собой комплекс стандартов, направленных на обеспечение безопасных условий труда.

Надзор и контроль за соблюдением законодательства по охране труда. Органы, осуществляющие надзор и контроль за соблюдением законодательства по охране труда, определены «Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о труде». К ним относятся специально уполномоченные органы и инспекции: Госгортехнадзор СССР, Главгосэнергонадзор, Госсаннадзор. В своей работе они не зависят от администрации предприятия или вышестоящего органа, которому это предприятие подчиняется. Помимо этих органов, вопросами охраны труда занимаются технические инспекции труда, находящиеся в ведении профессиональных союзов. Внутриведомственный контроль осуществляется министерствами и ведомствами.

Органы государственного надзора выполняют следующие функции:

1) Госгортехнадзор — надзор за проведением мероприятий, обеспечивающих безопасность выполнения работ, и за проведением профилактических мер по предупреждению аварий и производственного травматизма;

2) Главгосэнергонадзор — надзор за проведением мероприятий, обеспечивающих безопасное обслуживание энергетических установок и электрооборудования;

3) Госсаннадзор — надзор за соблюдением санитарно-противоэпидемиологических норм.

Расследование несчастных случаев. Расследованию подлежат несчастные случаи, происшедшие на территории предприятия, вне его территории при выполнении пострадавшим трудовых обязанностей, задания администрации предприятия, руководителя работ, а также при следовании на предоставленном предприятием транспорте на работу или с работы. Расследованию подлежат несчастные случаи, происшедшие как в течение рабочего времени (включая установленные перерывы), так и в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства, одежды и т. п. перед началом или по окончании работы. Ответственность за правильное и своевременное расследование несчастных случаев, а также за выполнение мероприятий, указанных в акте расследования, несет руководитель предприятия, руководители структурных подразделений и производственных участков предприятия.

Ответственность должностных лиц. За нарушение Правил по охране труда и невыполнение обязательств по коллективным договорам должностные лица несут дисциплинарную, административную, материальную и уголовную ответственность, которая устанавливается законодательством Союза ССР.

Если допущенные должностным лицом нарушения не привели к тяжелым последствиям и не могли привести к ним, то это должностное лицо несет дисциплинарную ответственность (замечание, выговор, строгий выговор, смещение на низшую должность сроком до одного года, увольнение).

Административная ответственность должностных лиц за нарушение Правил охраны труда выражается в наложении на виновных штрафа до 50 руб.

Уголовную ответственность должностное лицо несет в том случае, если нарушения Правил охраны труда повлекли или могли повлечь несчастные случаи с людьми или иные тяжелые последствия.

Если в результате несчастного случая потерпевшему выплачены денежные суммы, то виновные в нарушении норм охраны труда несут материальную ответственность.

Расследование и учет несчастных случаев имеют важное значение для выявления нарушений норм по охране труда и предупреждения травматизма.

Классификация причин травматизма. Обобщенно причины травматизма можно классифицировать следующим образом:

о р г а н и з а ц и о н н ы е — некачественный инструктаж; отсутствие инструкций; неудовлетворительные организация и содержание рабочих мест;

т е х н и ч е с к и е — несоответствие оборудования нормам

безопасности; неправильный выбор оборудования, оснастки, транспортных средств; несоблюдение сроков планово-предупредительного ремонта; неисправности технологического и вспомогательного оборудования;

санитарно-гигиенические — неблагоприятные метеорологические условия; высокая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны; неудовлетворительные условия освещения; высокий уровень шума и вибраций; наличие вредных излучений;

психологические — совершение ошибочных действий вследствие высокой тяжести и напряженности труда; повышение утомляемости; недостаточная профессиональная подготовленность.

§ 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

На территории предприятия между зданиями и сооружениями следует оставлять санитарные разрывы, которые обеспечивают достаточное естественное освещение производственных помещений. Шумящие и пылящие объекты должны располагаться с учетом преимущественного направления ветра. В разрывах между зданиями устраивают зеленые зоны, способствующие оздоровлению атмосферы.

Территория предприятия должна удовлетворять не только требованиям производства, но и санитарным нормам. Она должна быть ровной, хорошо освещенной и иметь достаточные по ширине проходы и проезды, соответствующие технологическим и противопожарным нормам. Ширина дорог должна соответствовать применяемым на территории транспортным средствам, перемещаемым грузам и интенсивности перевозок.

Если на предприятии используется железнодорожный транспорт, то для его загрузки и выгрузки должны быть устроены специальные площадки. В местах пересечения железнодорожных путей с дорогами и тротуарами должны быть устроены переезды и переходы, оборудованные сигнализацией, обеспечивающей безопасность движения.

Для передвижения людей по территории предприятия устраивают тротуары с твердым покрытием. Дороги и тротуары должны содержаться в исправном состоянии и не иметь ям или выбоин.

Правила поведения работающих. Передвигаясь по территории предприятия, рабочие должны выполнять следующие правила:

не переходить и не перебегать дорогу перед движущимися транспортными средствами;

безрельсовый транспорт, стоящий на дороге, обходить сзади, а рельсовый — спереди;

при движении навстречу транспортному потоку придерживаться правой стороны;

не прикасаться к оборванным проводам электросетей;

не ходить под поднятым грузом, а также под настилами лесов;

не стоять вблизи работающего оборудования при отсутствии связи с его обслуживанием;

не выполнять распоряжений, противоречащих правилам безопасности труда, особенно, если выполнение этих распоряжений может привести к несчастному случаю.

Наряд-допуск на выполнение работ. В случае необходимости ведения работ повышенной опасности на машиностроительных предприятиях введена система нарядов-допусков, которая предусматривает основные требования на выполнение этих работ, порядок их выполнения и оформления соответствующей документации.

К работам повышенной опасности относятся следующие:

подъем, опускание и перемещение тяжеловесных и крупногабаритных грузов при отсутствии грузоподъемных средств соответствующей грузоподъемности;

ремонт крупногабаритного оборудования на высоте более 2 м;

монтажные работы на высоте более 2 м от пола без использования инвентарных лесов и подмостей;

обслуживание светильников с галерей мостовых кранов;

электросварочные работы снаружи и внутри емкостей;

испытание сосудов, работающих под давлением, а также целый ряд других сборочно-монтажных работ, связанных с повышенной опасностью.

Наряд-допуск на выполнение этих работ должен выдаваться до их начала. Право на выдачу наряда-допуска на ведение работ повышенной опасности должно быть подтверждено приказом по предприятию. Такое право может быть предоставлено при выполнении работ общезаводского назначения главному инженеру, главному механику или главному энергетiku. При ведении работ локального назначения это право предоставляется руководителям соответствующих служб. Лица, которым предоставлено право выдавать наряд-допуск на проведение работ повышенной опасности, должны пройти аттестацию по технике безопасности; они несут персональную ответственность за проведение этих работ. В наряде-допуске должны быть указаны меры безопасности при ведении работ, а в случае необходимости к ним должны быть приложены схемы защитных устройств, расстановка постов оцепления, предупредительных знаков и т. п. Наряд-допуск выдается ответственному производителю работ на руки.

Если с целью предупреждения аварии или угрозы жизни работающих необходимо срочное выполнение работ, то они, в порядке исключения, могут производиться без наряда-допуска, но обязательно в присутствии и под руководством инженерно-технического работника, на которого возложено право выдачи наряда-допуска.

Лицо, выдавшее наряд-допуск, несет ответственность за инструктаж и безопасность производства работ, правильность и полноту указанных в наряде-допуске мер безопасности в соответствии с квалификацией исполнителей работ.

Ответственный исполнитель работ организует техническое руководство работами, соблюдение мер безопасности, указанных в наряде-допуске и специальных инструкциях, проводит инструктаж рабочих.

Требования безопасности при выполнении слесарно-сборочных работ. Основными причинами травматизма при выполнении слесарных работ являются нарушение требований безопасности, неправильная организация рабочего места, плохое состояние слесарного инструмента.

В связи с тем, что ручной механизированный инструмент, применяемый при выполнении слесарных и слесарно-сборочных работ, сравнительно быстро изнашивается, необходимо постоянно следить за его состоянием, не допуская использования в работе изношенного или неисправного инструмента.

Прежде чем приступить к работе, необходимо самым тщательным образом проверить инструменты, приспособления, убедиться в их исправности и подготовить к работе. Не рекомендуется пользоваться инструментами, которые предварительно не проверены.

Как правило, слесарные и слесарно-сборочные работы производят на верстаках, которые рекомендуется оснащать специальной сеткой или экраном для предупреждения возможных ранений находящихся поблизости людей отлетающими кусками обрабатываемого материала.

При использовании для очистки деталей растворов, содержащих агрессивные вещества, например каустическую или кальцинированную соду, фосфорнокислый натрий и т. п., необходимо пользоваться защитными очками и резиновыми перчатками для предохранения от ожогов.

В случае применения при слесарных и слесарно-сборочных работах электрифицированных инструментов следует иметь в виду, что они должны подключаться к сети напряжением, не превышающим 42 В, а токоведущие части инструмента должны быть заземлены и надежно защищены во избежание возможного прикосновения к ним работающего. Электроинструмент должен иметь порядковый номер. Перед выдачей инструмент должен быть проверен на отсутствие замыкания на корпус и исправность заземляющего провода. В случае обнаружения каких-либо неисправностей в инструменте его категорически запрещено применять при выполнении работ. Если неисправности выявились в процессе эксплуатации инструмента, его следует немедленно отключить от сети.

Пневматические инструменты должны быть в обязательном порядке оборудованы глушителями шума и иметь виброзащиту.

По окончании работ весь инструмент должен быть убран, а рабочее место приведено в порядок.

При использовании различного оборудования для выполнения слесарных работ необходимо следить за тем, чтобы опасные зоны этого оборудования были ограждены, так как они могут явиться причиной травматизма.

При работе на сверлильных станках причиной травматизма могут явиться стружка и отлетающие обломки материала; при слабом зажатии в тисках детали последняя может вырваться из тисков, вследствие чего также возможна травма. Травматизм может иметь место и при случайном прикосновении к инструменту при его вращении. В связи с этим необходимо обеспечить надежное крепление детали на столе станка или в приспособлении; ни в коем случае не следует при обработке деталей на сверлильном станке удерживать их руками. Если детали малы, их можно удерживать с помощью ручных тисков. Стружку, образующуюся в процессе обработки, следует удалять только крючком или щеткой. Если при обработке применяется ручная подача, то следует следить за прикладываемым усилием, чтобы избежать возможной поломки инструмента.

Правила безопасности поведения в цехах машиностроительного предприятия сводятся к следующему:

- запрещается стоять и ходить под поднятым грузом, под настилами лесов и в местах, где возможно падение различных предметов;

- не допускается садиться на конвейер или перелезать через него;

- не следует загромождать проходы и рабочее место тарой с заготовками и готовыми деталями.

§ 3. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Действие электрического тока на организм. Тело человека является проводником электрического тока, но проводимость тканей биологического происхождения отличается от проводимости обычных проводников. Она обуславливается не только физическими свойствами ткани, но и биохимическими процессами, происходящими в организме. Поэтому сопротивление человеческого тела прохождению через него электрического тока постоянно меняется в зависимости от большого числа разнообразных факторов, в том числе от состояния поверхности кожи и окружающей среды, а также от целого ряда физиологических факторов. Как известно, человеческие ткани на 60 % состоят из воды и могут рассматриваться как электролит, который разлагается под воздействием электрического тока.

Различные ткани человека имеют разное сопротивление, так, например, мышечная ткань, кровь, а в особенности головной и спинной мозг имеют крайне малое сопротивление, в то

время как кожа, кости, жировая ткань и сухожилия обладают достаточно большим сопротивлением. На сопротивление биологических тканей большое влияние оказывает их физиологическое состояние, так, например, обильное потоотделение резко снижает сопротивление кожи. Установлено опытным путем, что сопротивление человеческого тела постоянному току больше, чем переменному любой частоты.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает на него термическое и электролитическое воздействия, которые представляют собой обычные физико-химические процессы, но одновременно электрический ток может оказывать и биологическое воздействие на организм. Такое воздействие является специфическим, присущим только живой ткани.

В результате термического воздействия тока на организм на отдельных участках тела появляются ожоги, происходит нагрев кровеносных сосудов, нервов, сердца, мозга и других органов, что приводит к их серьезным функциональным расстройствам. Электролитическое действие тока вызывает разложение биологических жидкостей организма, что приводит к изменению их физико-химического состава. В результате биологического воздействия тока происходит нарушение биохимических процессов, протекающих в организме.

Многообразное воздействие тока на организм может привести к различным видам электротравм, которые условно можно разделить на два типа: местные электротравмы и электротравмы, поражающие организм в целом.

При местных электротравмах происходит нарушение целостности тканей, в том числе и костей. В большинстве случаев при местных травмах поражаются поверхностные ткани организма — кожа, но в некоторых случаях наблюдается также поражение мягких тканей, сухожилий и костей. Как правило, местные травмы поддаются лечению и работоспособность пострадавшего восстанавливается, и только в отдельных случаях местные травмы могут привести к смертельному исходу. К местным травмам относятся ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия. Примерно в 75 % случаев при поражении электрическим током наблюдаются местные травмы.

Электрический ожог — наиболее распространенный вид электротравматизма, который происходит при прохождении тока через организм в результате его непосредственного контакта с токоведущими частями. Такой ожог тем опаснее, чем больший ток проходит через организм и чем длительнее это прохождение. Различают четыре степени ожогов по их тяжести: I — поражение кожи; II — образование пузырей; III — омертвление кожи по всей ее толщине; IV — обугливание тканей.

Электрические знаки представляют собой пятна на теле человека, подвергшегося воздействию электрического тока. Обычно пятна имеют круглую или овальную форму, но в не-

которых случаях могут воспроизводить контуры токоведущих частей, которых коснулся потерпевший. В результате пораженные участки кожи затвердевают, происходит как бы омертвление ткани. Обычно электрические знаки поддаются лечению и не вызывают тяжелых последствий.

Металлизация кожи — проникновение в верхнюю часть кожного покрова мельчайших частиц металла, распылившегося под воздействием электрической дуги. Наиболее часто металлизация наблюдается при коротких замыканиях. Обычно пораженный брызгами металла участок кожи восстанавливается.

Механические повреждения в виде разрыва тканей, сосудов, сухожилий, вывихов и иногда переломов костей происходят в результате непроизвольных судорожных сокращений тканей под воздействием электрического тока.

Электроофтальмия возникает в результате мощного ультрафиолетового излучения вольтовой дуги на роговицу и слизистую оболочку глаза, в результате чего происходит воспаление слизистой оболочки глаза.

Электрический удар — наиболее опасная форма воздействия электрического тока на организм, в результате которого происходит поражение всего организма. В зависимости от тяжести различают четыре степени воздействия электрического удара на организм:

- I — судорожное сокращение мышц без потери сознания;
- II — судорожное сокращение мышц с потерей сознания;
- III — потеря сознания с нарушением сердечной деятельности или дыхания;
- IV — клиническая смерть.

Классификация помещений и электроустановок. В зависимости от вида производства и атмосферы в производственных помещениях опасность поражения электрическим током в них различна. По степени опасности поражения электрическим током все помещения делятся на три класса: без повышенной опасности; с повышенной опасностью; особо опасные.

К помещениям без повышенной опасности относятся сухие беспыльные помещения с нормальной температурой воздуха и изолирующими полами (например, деревянными).

К помещениям с повышенной опасностью относят помещения, в которых наблюдается хотя бы одно из следующих пяти явлений:

- 1) относительная влажность воздуха в течение длительного времени превышает 75 %;
- 2) температура воздуха в течение не менее суток превышает $+35^{\circ}\text{C}$;
- 3) наличие в воздухе помещения токопроводящей пыли, например металлической;
- 4) наличие в помещении токопроводящих полов (металлических, земляных, бетонных, кирпичных);

5) возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлическим конструкциям зданий, механизмам с одной стороны и металлическим корпусам электрооборудования с другой.

Примером таких помещений могут служить механические цеха промышленных предприятий.

О с о б о п а с н ы е производственные помещения характеризуются наличием одного из следующих трех условий:

- 1) относительная влажность воздуха близка к 100 %;
- 2) в воздухе длительное время содержатся пары агрессивных жидкостей;
- 3) наличие двух и более факторов, присущих помещениям с повышенной опасностью.

К таким помещениям относят все производственные цеха машиностроительных предприятий.

Явления, наблюдающиеся при стекании тока в землю. При стекании тока в землю происходит резкое снижение потенциала заземлившейся токоведущей части. Потенциал снижается до значения, зависящего от сопротивления стеканию тока в землю и от значения этого тока. При этом на заземлителе возникает потенциал, что может оказаться опасным для жизни человека.

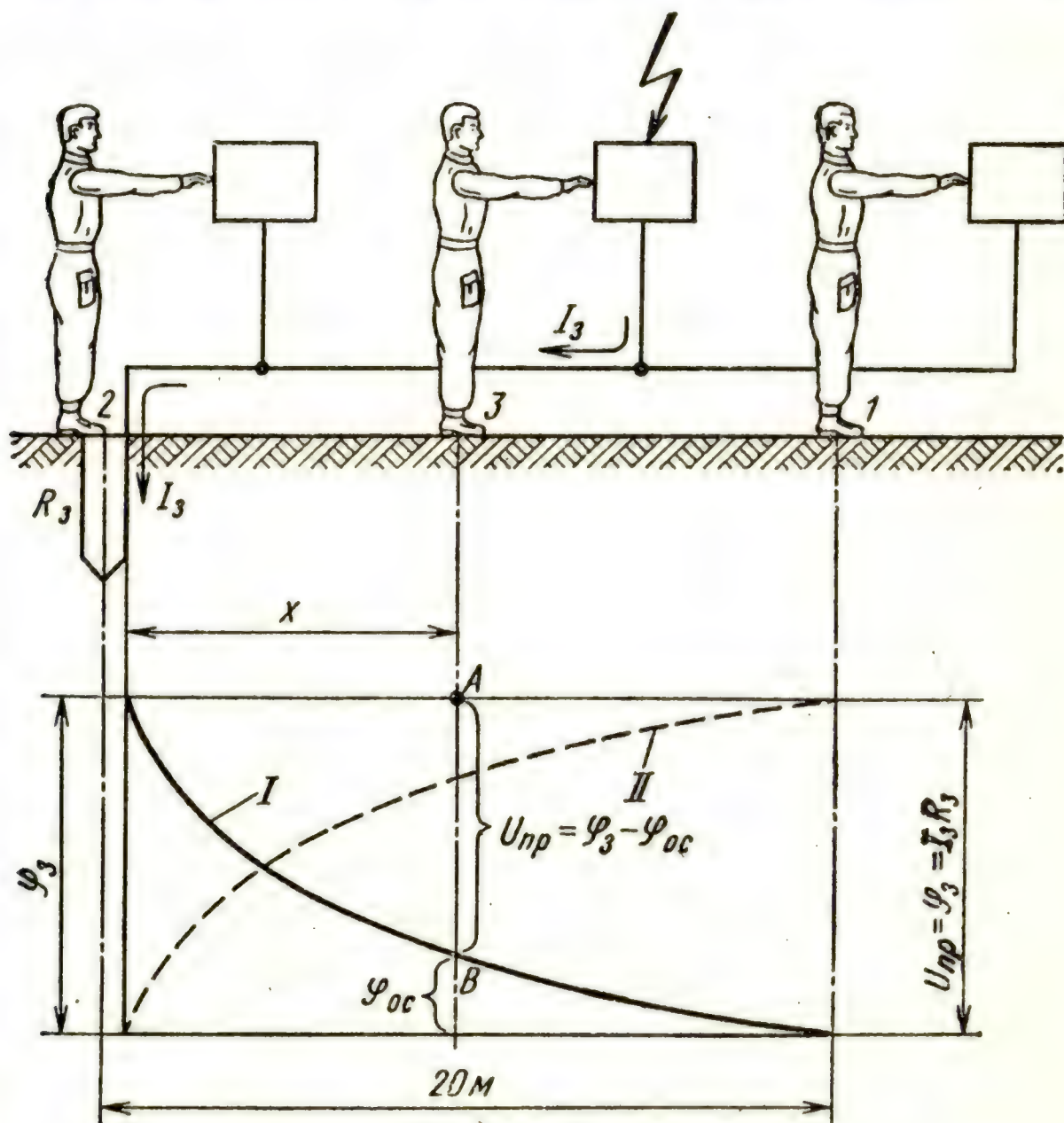


Рис. 210. Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе:

I_3 — ток в заземляющем проводнике, x — расстояние от одиночного заземлителя до человека попавшего под напряжение, ψ_{oc} — потенциал основной сети, ψ_3 — потенциал на заземлителе, R_3 — сопротивление заземлителя

Напряжение прикосновения при одиночном заземлителе. Пусть мы имеем электродвигатели, корпуса которых заземлены с помощью одиночных заземлителей (рис. 210). При замыкании на корпус (показано стрелкой) на одном из двигателей на заземлителе и на корпусах всех остальных двигателей, присоединенных к заземлителю, появится потенциал. Напряжение прикосновения $U_{пр}$ будет характеризоваться отрезком АВ, величина которого зависит от формы кривой потенциала и расстояния, на котором находится человек от заземлителя. Чем большее напряжение действует на человека, тем, соответственно, больше опасность поражения током. Как видно из рисунка, при расстоянии до заземлителя 20 м опасность поражения током практически равна нулю.

Напряжение шага. Напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек, называется напряжением шага. Длину шага принимают обычно равной 0,8 м.

Напряжение шага при одиночном заземлителе определяется отрезком АВ (рис. 211). Длина отрезка зависит от формы кривой потенциала и изменяется от максимального значения до нуля с изменением расстояния до заземлителя.

Максимальным значение напряжения шага будет в случае, когда человек одной ногой стоит на заземлителе, а минимальным — при удалении от заземлителя на расстояние 20 м и больше.

Поражение электрическим током возможно лишь в тех случаях, когда через тело человека проходит электрический ток, т. е. при непосредственном контакте с токоведущими частями, а также при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи. Напряжение прикосновения в этом случае зависит от ряда факторов: схемы включения человека в цепь

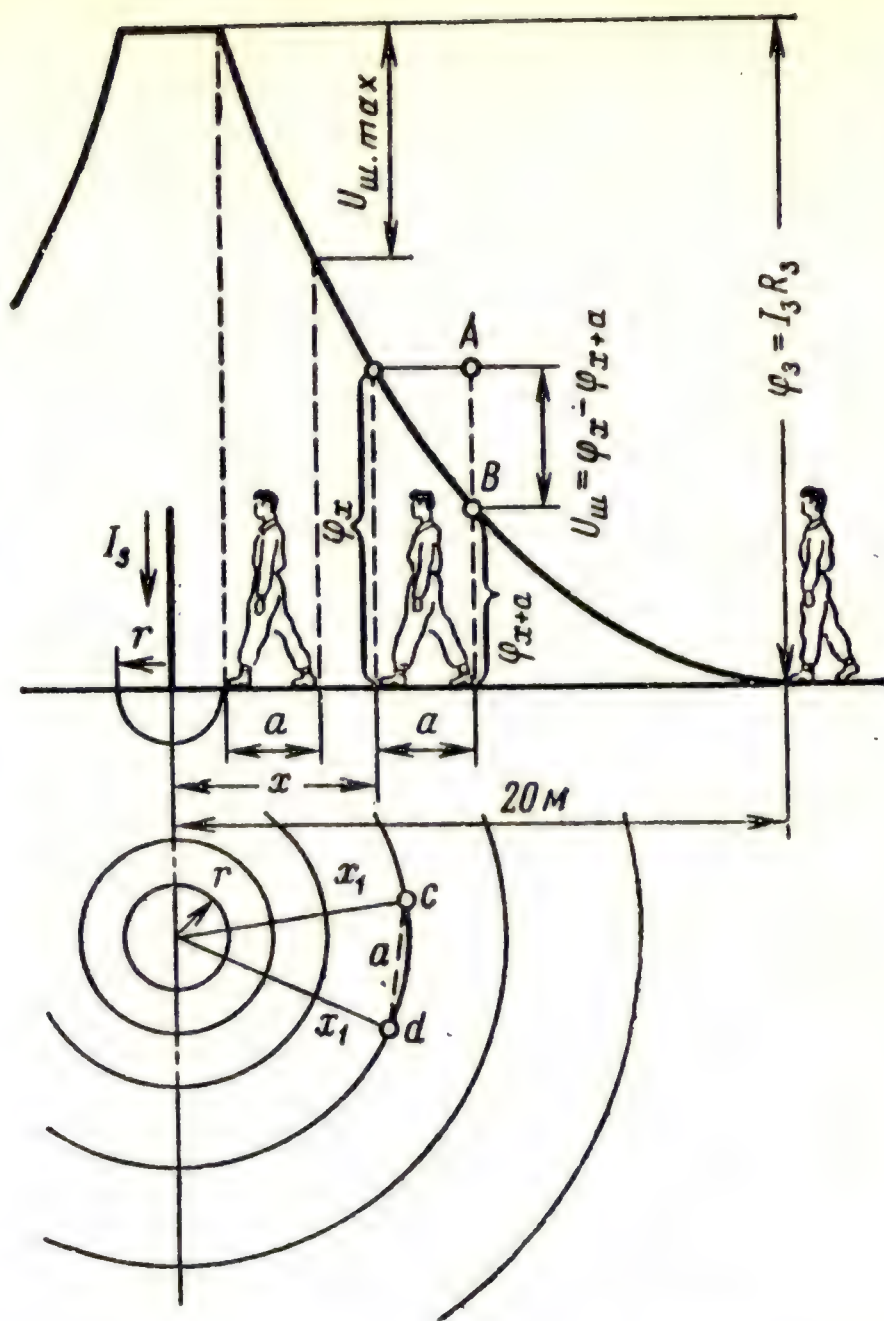


Рис. 211. Напряжение шага:

I_3 — ток на заземляющем проводе, r — радиус наиболее опасной зоны, X — расстояние от одиночного заземлителя до человека, a — расстояние шага, φ_3 — потенциал заземлителя, φ_x — потенциал в точке, отстоящей от заземлителя на расстоянии X , φ_{x+a} — потенциал в точке, отстоящей от заземлителя на расстоянии $X + a$, $U_{ш}$ — напряжение шага, R_3 — сопротивление заземлителя, c, d — точки, напряжение шага между которыми равно нулю

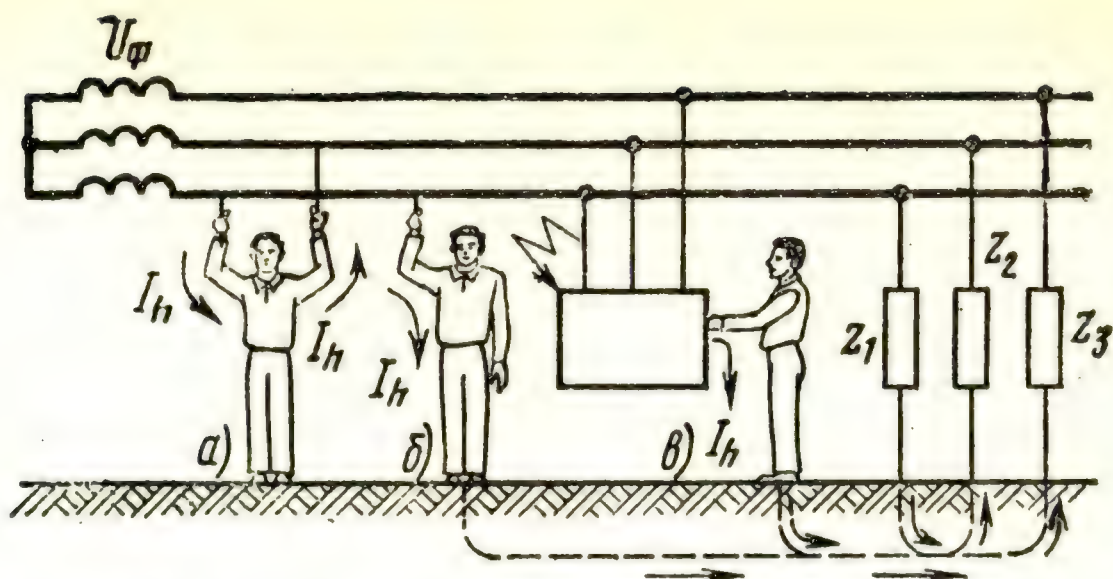


Рис. 212. Схемы включения человека в цепь электрического тока:

а — двухфазного, б — однофазного, в — прикосновения; U_{ϕ} — фазовое напряжение, I_h — ток, проходящий через человека при его включении в цепь электрического тока, Z_1, Z_2, Z_3 — система защиты

тока; напряжения тока в цепи; схемы электрической цепи и др. Наиболее характерные схемы включения человека в цепь тока показаны на рис. 212, а...в. При двухфазном включении (рис. 212, а) опасность поражения не уменьшается даже в том случае, если человек изолирован от земли. Однофазное включение встречается значительно чаще, но оно менее опасно.

Причины поражения электрическим током и меры защиты. Основными причинами электротравматизма являются следующие:

случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

появление напряжения на корпусных деталях в результате нарушения изоляции;

появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, в результате ошибочного включения;

возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются следующие:

недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения;

электрическое разделение цепи, т. е. ее разделение на отдельные участки, не связанные между собой электрически;

применение малого напряжения при работе с электрическими ручными инструментами и переносными светильниками (42 В — для обычных помещений, 12 В — для особо опасных);

применение двойной изоляции;

защитное заземление, которое позволяет снизить до безопасного предела напряжение прикосновения;

защитное отключение — защита, обеспечивающая отключение электроустановок при возникновении опасности поражения электрическим током;

применение изолирующих средств защиты, относящихся к индивидуальным и применяющихся для работы на электроустановках;

использование ограждений, перекрывающих доступ к токоведущим частям и электроустановкам в случае опасности поражения электрическим током.

Один раз в два года весь персонал, обслуживающий электроустановки, должен проходить медицинское обследование. Все работы на электроустановках производятся с соблюдением следующих правил:

на работу должно быть выдано разрешение уполномоченного лица (наряд, устное или телефонное распоряжение);

работу должны проводить, как правило, не менее двух человек;

должны быть выполнены организационные мероприятия, обеспечивающие безопасную работу персонала.

§ 4. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Причины пожара. Причины возникновения пожара на предприятии носят различный характер. Рассмотрим причины технического характера. К ним относятся (в порядке убывания по частоте возникновения пожаров): нарушение технологического режима; неисправность электроустановок; самовозгорание промасленной ветоши и других материалов; неисправность оборудования; искры при электро- и газосварочных работах; ремонт оборудования на ходу.

С целью предупреждения пожаров намечают мероприятия по их профилактике:

организационные (правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта, противопожарный инструктаж работающих, организация добровольных пожарных дружин, организация пожарно-технических комиссий, издание приказов по усилению пожарной безопасности);

технические (соблюдение противопожарных норм и правил при проектировании производственных помещений, монтаже электропроводки, установке оборудования, отоплении, вентиляции, освещении);

режимного характера (запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных и других работ в пожароопасных помещениях);

эксплуатационные (профилактические ремонты и осмотры оборудования, испытание технологического оборудования).

Классификация помещений по пожаро- и взрывоопасности. Все производственные помещения в соответствии с типовыми правилами пожарной безопасности промышленных предприятий делят на несколько категорий.

К а т е г о р и я А — взрывоопасные помещения, в которых применяют горючие газы с нижним пределом воспламенения

до 10 %, жидкости с температурой вспышки до 28 °С, вещества, которые способны воспламеняться и гореть при соединении с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

К а т е г о р и я Б — взрыво- и пожароопасные помещения в которых используют газы с нижним пределом воспламенения свыше 10 % и жидкости с температурой вспышки от 28 до 61 °С; помещения, в которых образуется пыль с нижним концентрационным пределом воспламенения до 65 г/м³.

К а т е г о р и я В — пожароопасные помещения, в которых применяют жидкости с нижним пределом вспышки свыше 61 °С, а в процессе производства образуются пыли с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м³.

К а т е г о р и я Г — помещения, в которых используют горючие вещества и материалы в горячем, раскаленном и расплавленном состоянии.

К а т е г о р и я Д — помещения, в которых обрабатывают горючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Пожарная сигнализация. Основным условием обеспечения пожарной безопасности на промышленном предприятии является применение автоматических устройств (извещателей), позволяющих оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения.

По принципу действия такие устройства могут быть максимальными и дифференциальными. Максимальные пожарные извещатели срабатывают при определенных, заранее заданных значениях контролируемого параметра (температурные, световые, дымовые).

Организация пожарной охраны предприятия. На машиностроительном предприятии устанавливают порядок проведения противопожарных инструктажей и занятий по пожарно-техническому минимуму с рабочими и служащими.

Противопожарный инструктаж осуществляется в два этапа: сначала его проводит начальник пожарной охраны, инструктор пожарной охраны или начальник караула, а затем с противопожарными правилами знакомятся на конкретном производственном участке.

На предприятиях создают пожарно-технические комиссии, в состав которых входят: главный инженер (председатель); начальник пожарной охраны объекта; энергетик; технолог; механик; инженер по охране труда; строитель и другие специалисты.

Задачами этой комиссии являются следующие:

- выявление нарушений и недостатков технологических режимов, которые могут привести к возникновению пожаров;
- разработка мероприятий по их устранению;
- содействие органам пожарного надзора в их работе по созданию строгого противопожарного режима;
- организация разъяснительной работы среди персонала.

Создают на предприятии также и добровольные пожарные

дружины, которые занимаются профилактикой и предупреждением пожаров в цехах и на своих рабочих участках. Добровольные пожарные дружины имеют на случай пожаров боевые пожарные расчеты, оснащенные техникой пожаротушения.

Средства пожаротушения. В практике пожаротушения наиболее широко применяют следующие способы прекращения горения:

- изоляция очага горения от воздуха;
- охлаждение очага горения;
- интенсивное торможение скорости химической реакции в пламени;
- механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи газа или воды;
- создание условий огнепреграждения.

Применение воды в качестве средства пожаротушения, несмотря на ее многоплановое воздействие на очаг горения (снижение температуры, изоляция от окружающего воздуха, срыв пламени) ограничено, так как при тушении жидкостей последние всплывают на поверхность воды и продолжают гореть. При тушении электрооборудования воду также нельзя применять, так как она содержит различные примеси, наличие которых обуславливает ее проводимость.

Широкое распространение при пожаротушении получили огнетушители — жидкостные, пенные и углекислотные.

Контрольные вопросы

1. Почему государственные органы надзора за соблюдением и выполнением требований охраны труда не должны находиться в подчинении руководства предприятия или его вышестоящей организации?
2. Почему при выполнении работ с повышенной опасностью необходимо оформлять наряд-допуск?
3. Что следует предпринять, если в процессе работы выявлена неисправность механизированного инструмента?
4. Какое из воздействий на организм электрического тока представляет наибольшую опасность и почему?
5. К какой категории следует отнести по степени опасности поражения электрическим током: а) механический цех; б) гальванический цех; в) сборочный цех; г) инструментальную кладовую?
6. Почему наличие заземления на токоведущих частях снижает опасность поражения электрическим током?
7. На какое напряжение должен быть рассчитан механизированный инструмент при его использовании в помещениях без повышенной опасности и в помещениях с повышенной опасностью?
8. По каким причинам на машиностроительном предприятии могут возникнуть пожары?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Виноградов А. Н. Справочник контролера машиностроительного завода. М., 1980.

Горелышев И. Г., Крапивницкий Н. И. Слесарно-сборочные работы. Л., 1983.

Дадонов Б. П., Лифанов В. А. Грузоподъемные и транспортные устройства. М., 1984.

Дунаев А. М. Организация проектирования системы технического контроля. М., 1981.

Жабин А. И., Мартынов А. П. Сборка изделий в мелкосерийном и единичном производстве. М., 1983.

Канаев Е. М. и др. Промышленные роботы для обслуживания оборудования различного технологического назначения. М., 1987.

Красильщиков Ш. А. Разметочные работы. Л., 1986.

Крысин А. М., Наумов И. З. Слесарь механосборочных работ. М., 1983.

Маханько А. М. Контроль станочных и слесарных работ. М., 1986.

Новиков В. А. Оборудование и средства механизации сборочных цехов. М., 1982.

Серенко В. А. Роботы собирают машины. М., 1982.

Яковлев В. Н. Справочник слесаря-монтажника. М., 1983.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Грузоподъемные устройства	5
§ 1. Назначение грузоподъемных устройств. Такелажная оснастка . .	5
§ 2. Типовые грузоподъемные устройства	9
§ 3. Требования безопасности при эксплуатации грузоподъемных устройств	15
Глава 2. Разметочные работы	17
§ 1. Общие сведения	17
§ 2. Плоскостная разметка	18
§ 3. Пространственная разметка	26
§ 4. Координатно-разметочные машины	31
Глава 3. Сборка неразъемных неподвижных соединений	34
§ 1. Общие сведения о соединениях деталей машин	34
§ 2. Прессовые соединения и их сборка	34
§ 3. Сварные соединения и их сборка	38
Глава 4. Сборка разъемных неподвижных соединений	43
§ 1. Общие сведения о резьбовых соединениях	43
§ 2. Сборка резьбовых соединений	45
§ 3. Общие сведения о шпоночных и шлицевых соединениях . . .	52
§ 4. Сборка шпоночных и шлицевых соединений	55
§ 5. Клиновые и штифтовые соединения и их сборка	57
Глава 5. Трубопроводные системы и их сборка	58
§ 1. Общие сведения о трубопроводных системах	58
§ 2. Сборка трубопроводных систем	59
Глава 6. Сведения о механизмах, машинах и требования к их сборке . .	62
§ 1. Основные понятия	62
§ 2. Механические передачи	65
§ 3. Основные направления развития машин и механизмов. Технические требования к машинам, сборочным единицам и деталям . .	67
§ 4. Технологическая документация на сборку	68
§ 5. Типы производства и организация сборочных работ	70
§ 6. Взаимозаменяемость в сборочном производстве	71
§ 7. Подготовка деталей к сборке и их транспортирование	72
Глава 7. Сборка механизмов вращательного движения	73
§ 1. Подшипники скольжения	73
§ 2. Сборка неразъемного подшипника скольжения	76
§ 3. Сборка разъемного подшипника скольжения	80
§ 4. Сборка подшипника жидкостного трения	82
§ 5. Контроль сборки	84
§ 6. Подшипники качения	86
§ 7. Монтаж подшипника качения на вал	89
§ 8. Монтаж подшипника качения в корпус	93
§ 9. Специальные виды монтажа. Контроль качества сборки подшипника качения	96
Глава 8. Сборка механизмов передачи движения	98
§ 1. Общие сведения о ременных передачах	98

§ 2. Сборка ременной передачи	100
§ 3. Общие сведения о цепных передачах	105
§ 4. Сборка цепной передачи	108
§ 5. Общие сведения о зубчатых передачах	112
§ 6. Сборка цилиндрической зубчатой передачи	114
§ 7. Сборка конической зубчатой передачи	120
§ 8. Общие сведения о червячных передачах	123
§ 9. Сборка червячной передачи	125
§ 10. Фрикционные передачи и их сборка	127
Глава 9. Сборка механизмов поступательного движения	129
§ 1. Типы направляющих и технические требования к ним	129
§ 2. Отделочные и пригоночные работы при сборке направляющих	132
§ 3. Контроль качества сборки	135
Глава 10. Сборка механизмов преобразования движения	138
§ 1. Передачи винт — гайка. Сборка винтовых механизмов	138
§ 2. Кривошипно-шатунный механизм и его сборка	142
§ 3. Механизм клапанного распределения и его сборка	148
§ 4. Эксцентрикковый механизм и его сборка	151
§ 5. Кулисный механизм и его сборка	152
§ 6. Храповой механизм и его сборка	154
Глава 11. Сборка гидравлических и пневматических приводов и передач	156
§ 1. Назначение и устройство гидропривода	156
§ 2. Устройство и сборка элементов гидропривода	160
§ 3. Контрольно-регулирующая аппаратура	168
§ 4. Трубопроводы и уплотнения гидросистем	173
§ 5. Испытания элементов гидросистемы	175
§ 6. Пневмоприводы	177
Глава 12. Организация и методы сборки. Вспомогательное оборудова- ние сборочных цехов	181
§ 1. Организация процесса сборки	181
§ 2. Поточная сборка	182
§ 3. Организационные мероприятия при общей сборке	184
§ 4. Вспомогательное оборудование сборочных цехов	185
Глава 13. Испытание, отделка и упаковка машин после сборки. Установка машин на рабочее место	187
§ 1. Испытания агрегатов	187
§ 2. Отделка и упаковка машин	191
§ 3. Установка машин на рабочее место	194
Глава 14. Понятие о робототехнике и перспективы ее применения в сбо- рочном производстве	198
§ 1. Классификация промышленных роботов	198
§ 2. Устройство промышленных роботов	199
§ 3. Захватные устройства промышленных роботов	200
§ 4. Требования к деталям, предназначенным для автоматической сборки, сборочным единицам, изделиям и сборочным роботам	203
§ 5. Сборочный инструмент промышленных роботов	205
§ 6. Компоновка роботизированных сборочных комплексов	209
§ 7. Сборка подшипникового узла с использованием промышленного робота	210
Глава 15. Технический контроль на предприятии	212
§ 1. Общие сведения об отделе технического контроля	212
§ 2. Технический контроль в процессе производства	215
§ 3. Организация технического контроля	217

Глава 16. Контроль в механических и сборочных цехах	218
§ 1. Общие сведения о контроле механической обработки	218
§ 2. Контроль наружных и внутренних цилиндрических поверхностей	219
§ 3. Контроль углов и конусов	220
§ 4. Контроль отклонений плоских поверхностей	221
§ 5. Контроль резьб	222
§ 6. Контроль корпусных деталей	224
§ 7. Контроль зубчатых колес	227
§ 8. Контроль шпоночных и шлицевых соединений	236
§ 9. Контроль деталей сложной формы	239
§ 10. Контроль шероховатости поверхности	240
Глава 17. Специальные средства контроля размеров	243
§ 1. Классификация	243
§ 2. Автоматические системы пассивного контроля	244
§ 3. Автоматические устройства активного контроля	248
Глава 18. Охрана труда и пожарная безопасность на предприятии	252
§ 1. Основные положения законодательства по охране труда	252
§ 2. Требования безопасности на территории предприятия	256
§ 3. Электробезопасность	259
§ 4. Пожарная безопасность	265
Рекомендуемая литература	268

Учебное издание

Покровский Борис Семенович

**МЕХАНОСБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ
И ИХ КОНТРОЛЬ**

Редактор Р. К. Сапожникова. Мл. редактор О. В. Каткова. Художник Ю. Д. Федичкин. Художественный редактор Т. В. Панина. Технический редактор Е. И. Герасимова. Корректор Г. Н. Буханова

ИБ № 7721

Изд. № М-393. Сдано в набор 12.09.88. Подп. в печать 10.03.89. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. кн.-журн. Гарнитура журн.-русл. Печать офсетная. Объем 17,0 усл. печ. л. 34,25 усл. кр.-отт. 18,01 уч.-изд. л. Тираж 70 000 экз. Зак. № 1565. Цена 65 к.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.
Ярославский полиграфкомбинат Госкомиздата СССР. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

65 к.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY